

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

A Cultura do Arroz no Brasil

*2ª Edição
Revisada e ampliada*

Alberto Baêta dos Santos
Luís Fernando Stone
Noris Regina de Almeida Vieira
Editores Técnicos

*Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2006*

Exemplares desta publicação devem ser solicitados à:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás , GO
Fone: (62) 3533-2110
Fax: (62) 3533-2100
sac@cnpaf.embrapa.br
www@cnpaf.embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)
Fone: (61) 3340-9999
Fax: (61) 3340-2753
CEP 70770-901 - Brasília, DF
vendas@sct.embrapa.br
www.sct.embrapa.br

Supervisor Editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*

Revisor de Texto: *Noris Regina de Almeida Vieira*

Normalização Bibliográfica: *Ana Lúcia Delalibera de Faria*

Tratamento das Ilustrações: *Sebastião José de Araújo e Fabiano Severino*

Editoração Eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

1ª impressão (1999): 1.000 exemplares

2ª edição

1ª impressão (2006): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

A cultura do arroz no Brasil / editores, Alberto Baêta dos Santos, Luís Fernando Stone, Noris Regina de Almeida Vieira. - 2. ed. rev. ampl. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 85-7437-030-4

1. Arroz - Produção. 2. Arroz - Tecnologia. 3. Arroz - Pesquisa. I. Santos, Alberto Baêta dos, *ed.* II. Stone, Luís Fernando, *ed.* III. Vieira, Noris Regina de Almeida, *ed.* IV. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 633.18 (21. ed.)

© Embrapa 2006

Cultivo da Soca

Alberto Baêta dos Santos

RESUMO - O cultivo da soca, que é a capacidade das plantas de arroz em regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita, pode se constituir numa maneira prática para aumentar a produção de arroz por unidade de área e de tempo. Além disso, a soca pode ser cultivada com 50 a 60% menos trabalho e sem necessidade de preparo do solo nem de semeadura e usa 60% menos água que um novo cultivo de arroz. A soca pode aumentar a produtividade onde a intensificação do cultivo de arroz é limitada pela disponibilidade de água para irrigação ou pela ocorrência de baixas temperaturas por ocasião do segundo cultivo. Com base na literatura disponível e em nossos próprios estudos, apresentamos neste capítulo a importância da soca, suas características principais e os fatores que a afetam. Com o desenvolvimento de técnicas adequadas aos diferentes sistemas de cultivo, como a disponibilidade de cultivares com maior potencial produtivo e de práticas apropriadas de manejo, acredita-se que o cultivo da soca possa contribuir substancialmente para aumentar a produção de arroz e atender à demanda crescente por este cereal. Com isso, a soca possibilita aumentar a produtividade das várzeas tropicais com qualidade da produção, reduzir a sazonalidade do uso de máquinas e implementos, aumentar a ocupação da mão-de-obra rural e incrementar a renda líquida dos produtores.

INTRODUÇÃO

O uso sustentável das várzeas compreende a utilização de sistemas de cultivos múltiplos, produzindo duas a três safras por ano na mesma área. Conseqüentemente, uma segunda colheita de arroz, mediante o cultivo da soca, que é a capacidade das plantas de arroz em regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita, pode ser uma das primeiras alternativas viáveis para aumentar a produtividade de grãos em regiões tropicais, visto ser o arroz a espécie mais adaptada ao ecossistema várzeas (Santos, 2001).

A melhoria de um dado sistema de produção, como o do arroz irrigado, pode ser alcançada mediante o aumento da produção por unidade de área, com maior relação benefício/custo, ou pela manutenção do nível da produtividade com redução do custo de produção. A soca de arroz oferece oportunidade para aumentar a produção de grãos por unidade de área cultivada, pois apresenta menor duração de crescimento que um novo cultivo. A sua importância, como alternativa para aumentar



a produção sem crescer a área de cultivo e com menor custo de produção, deve ser enfatizada (Santos, 1999, 2001).

O termo soca é originado do Tupi, *soka*, significa renovo, pimpolho; vulgarmente, o rizoma ou caule subterrâneo; significa, também, a segunda produção de uma dada cultura depois de cortada a primeira.

Uma nova dimensão da pesquisa com arroz tem sido dada com enorme atenção ao potencial da soca. Embora o seu conceito não seja novo, com a disponibilidade de cultivares modernas, semi-anãs, responsivas aos fertilizantes, e o aumento do custo de produção, o interesse no aproveitamento da soca tem sido renovado.

Os primeiros resultados de pesquisa sobre aproveitamento da soca de arroz, surgiram em Karnataka, na Índia, em 1942 - 1943, e mostraram que a cultivar S-684 produziu 2,75 t ha⁻¹ no cultivo principal e 1,01 t ha⁻¹ na soca (Krishnamurthy, 1988). O ciclo da soca foi 65% menor que o do cultivo principal. Krishnamurthy (1988) relata que, desde então, 174 publicações foram divulgadas, sendo a maioria das pesquisas referentes à soca de arroz irrigado, cultivado em várzeas. Publicações sobre o cultivo da soca de arroz no ecossistema terras altas são raras, como a de Arf et al. (1998).

Um intensivo programa de pesquisa foi iniciado em 1955, no Rice-Pasture Research and Extension Center, para determinar a possibilidade de produção da soca de arroz no Texas (Evatt, 1966). Embora o cultivo da soca seja um objetivo de interesse nesse programa, a importância maior está na produtividade do cultivo principal, que constitui a maior parcela do rendimento total e apresenta maior estabilidade de produção.

Até os anos 70, a soca não era explorada de maneira sistemática na maioria das regiões produtoras de arroz do mundo, exceto no sul dos Estados Unidos (Bollich & Turner, 1988). Até então, apesar de ser praticada pelos agricultores, não era considerada como componente integrante do sistema de cultivo.

Com os objetivos de discutir as perspectivas da exploração da soca de arroz, identificar práticas culturais mais adequadas e estabelecer trabalhos colaborativos para a obtenção de sistema de cultivo de alta capacidade de produção da soca, foi realizado, em 1986, em Bangalore, Índia, o Workshop on Rice Ratooning, que se constituiu no primeiro evento internacional sobre o tema. Naquela ocasião, um grande número de trabalhos foi apresentado, tendo sido publicados em 1988.



A produção de grãos na soca é obtida com menor uso de defensivos, comparativamente ao do cultivo principal, pois não se empregam herbicidas e raramente é necessário o uso de fungicidas. Com isso, esse pode ser considerado um cultivo pouco poluente, o que contribui para o equilíbrio ecológico.

IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS

Em razão da soca de arroz apresentar menor duração de crescimento e menor requerimento de água de irrigação que um novo cultivo (Santos & Stone, 1987; Santos et al., 2002b), ela pode ter potencial para aumentar a produtividade onde o cultivo intensivo é limitado pela falta de água para irrigação, ou onde a época de cultivo de arroz é limitada pelas condições climáticas. O cultivo da soca pode ser uma opção viável também para áreas onde a distribuição das chuvas é irregular e a umidade do solo reduz a intensidade dos cultivos (Quddus & Pendleton, 1983).

A prática da soca é encontrada em algumas áreas distribuídas em todos os continentes que cultivam arroz, exceto na Europa (Chauhan et al., 1985). Vários países no mundo podem ser citados onde a soca é praticada desde o final da década de 20 (De Datta & Bernasor, 1988), destacando-se os Estados Unidos (Evatt, 1958, 1966), Colômbia e Equador (Mahadevappa & Yogeesh, 1988), Índia (Saran & Prasad, 1952; Mahadevappa, 1988), Tailândia, Taiwan, Filipinas (Plucknett et al., 1970), China (Krishnamurthy, 1988; Xu et al., 1988), Suazilândia (Evans, 1957), Japão (Krishnamurthy, 1988), Malásia (Chauhan et al., 1985), Madagascar (Shahi & Raharinirian, 1988), República Dominicana (Cuevas-Pérez, 1988), Bangladesh (Hossain & Farooq, 1988) e no Brasil (Faria & Soares, 1984; Santos & Gadini, 1986; Santos et al., 1986; Andrade et al., 1987, 1988).

A soca é cultivada extensivamente em escala comercial no sul dos Estados Unidos desde 1960 (Bollich & Turner, 1988). Aproximadamente, em 50% da área cultivada com arroz no Texas, cerca de 200 mil hectares, é feito o cultivo da soca, sendo também amplamente praticada na Louisiana e em cerca de 75% da limitada área cultivada com arroz na Flórida.

Nas regiões sul e sudeste da Ásia tropical, o arroz é cultivado numa área em torno de 88,7 milhões de hectares, com uma produção anual de aproximadamente 183,8 milhões de toneladas de grãos e uma produtividade média de 2,7 t ha⁻¹. Apenas 14% dessa área tem condições



do duplo cultivo de arroz por ano, sob irrigação (Krishnamurthy, 1988). O sistema de cultivo da soca em escala comercial não tem se expandido na Ásia tropical devido, principalmente, à falta de cultivares com maior potencial produtivo na soca, com resistência às pragas e às doenças, e também devido à carência de práticas culturais adequadas. A área com potencial de utilização para o cultivo da soca nessa região pode ser estimada em 30%, o que corresponde a cerca de 26,6 milhões de hectares e uma produção de 36 milhões de toneladas de grãos, anualmente.

Chauhan et al. (1985) afirmam que a baixa aceitação do cultivo da soca em escala comercial pode ser atribuída à falta de cultivares com maior potencial produtivo, maturação desuniforme, ocorrência de pragas e de doenças, falta de práticas culturais adequadas, baixa qualidade de grãos e insegurança quanto ao retorno dos investimentos.

Na Índia, no final dos anos 70 e início dos 80, a pesquisa sobre cultivo da soca foi intensificada nas regiões de Andhara Pradesh, Assam, Bihar, Karnataka, Kerala, Orissa, Tamil Nadu, Uttar Pradesh e West Bengal (Mahadevappa, 1988) mas o progresso tem sido considerado lento, em virtude da falta de cultivares e de tecnologia de produção da soca. Porém, em várias lavouras e estações experimentais em Karnataka, têm sido obtidas produções expressivas da soca, o que tem estimulado o uso dessa prática em áreas extensivas.

Em Madagascar, o arroz é um alimento básico para a população e desempenha papel importante no desenvolvimento socio-econômico do país. Da condição de exportador de arroz, esse país tornou-se importador desde 1973 (Shahi & Raharinirian, 1988). Cerca de 1,2 milhão de hectares são cultivados nos mais diferentes sistemas, com uma produtividade de 1,8 t ha⁻¹. Em virtude do consumo *per capita* de arroz ser um dos mais altos do mundo, 150 kg ano⁻¹, e a grande necessidade de aumentar a produção para alimentar a crescente população e reduzir a importação de arroz, o cultivo da soca pode representar um papel importante em Madagascar. O país apresenta excelentes condições ambientais para o cultivo da soca e, conseqüentemente, grande potencial para aumentar a produção e tornar-se um dos maiores exportadores de arroz da África, no futuro.

Com uma oscilação de 100 a 120 mil hectares por ano, o arroz ocupa o quarto lugar em área cultivada entre as principais culturas na República Dominicana, onde o cultivo da soca é uma prática comumente usada para a obtenção da segunda colheita (Cuevas-Pérez, 1988). No



inverno de 1991, cerca de 12 mil hectares foram cultivados com soca, o que correspondeu a um quarto da área total cultivada, e o duplo cultivo foi estimado em 10 mil hectares, indicando que ambas as práticas são igualmente importantes nessa estação de cultivo.

Em Bangladesh, o arroz é cultivado em cerca de 10,6 milhões de hectares. Segundo Hossain & Farooq (1988), das três épocas de plantio, o cultivo da soca parece ter maior perspectiva durante o período de abril a agosto, ou seja, após a colheita dos plantios de novembro a abril. Entretanto, o cultivo da soca ainda não tem sido aceito, devido, entre outros, aos seguintes aspectos: falta de cultivares com alta capacidade produtiva de grãos na soca; falta de garantia de água para irrigação; baixa qualidade dos grãos; problemas fitossanitários. Flinn & Mercado (1988) enfatizaram que os produtores não utilizam extensivamente o cultivo da soca devido à dependência desta prática a expectativa sobre o clima, principalmente quanto à temperatura e a radiação solar, previsão de um futuro suprimento de água e situação sanitária do solo.

No Brasil, os primeiros estudos sobre o cultivo da soca de arroz foram desenvolvidos no início da década de 60 (Orsi & Godoy, 1963, 1967) em Piracicaba, SP, onde foi evidenciado que as cultivares precoces mostraram-se mais produtivas. A soca foi praticada em diversas áreas em diferentes regiões brasileiras. Alguns agricultores, que outrora usavam este sistema de cultivo, abandonaram-no em virtude da baixa capacidade produtiva das cultivares tradicionais de arroz, com plantas altas que apresentavam alta porcentagem de acamamento e baixa capacidade produtiva na soca, aliada à utilização de cultivares de ciclo longo, que, na maioria das vezes, eram semeadas tardiamente, fazendo com que o cultivo da soca ocorresse em um período em que a temperatura estava em declínio. O cultivo da soca torna-se inviável quando ocorre acamamento das plantas do cultivo principal (Alfonso-Morel et al., 1997a, 1997b). Mesmo aqueles produtores que ainda adotam esta prática, conduzem-na sem a preocupação de empregar técnicas que possibilitem a obtenção de maiores produtividades de grãos (Santos, 1987).

Embora não se disponha de levantamentos específicos quanto à área envolvida no cultivo da soca no Brasil, presume-se que vários produtores, em pequenas áreas, conhecem e utilizam este sistema de produção para aumentar a renda familiar, em diferentes regiões do país. Muitos não cultivam intensivamente suas áreas de várzeas com outras culturas, na entressafra do arroz irrigado, simplesmente as abandonam após a colheita; outros utilizam os restos de suas lavouras para a alimentação do gado, sob regime de pastoreio direto (Uchoa & Brandão,



1991), e poucos fazem o aproveitamento mais racional dos restos culturais por meio da fenação (Faria & Soares, 1984). Embora a pesquisa não tenha dado ênfase ao cultivo da soca no ecossistema terras altas, ele tem sido praticado esporadicamente nos Estados do Mato Grosso (Fig. 19.1), Maranhão e Rondônia, alcançando produtividades de até 1.200 kg ha⁻¹, com a cultivar Primavera.

Foto: Embrapa Arroz e Feijão



Fig. 19.1. Cultivo da soca da cultivar BRS Primavera de arroz de terras altas no Estado do Mato Grosso.

A soca foi mais cultivada em alguns estados brasileiros, destacando-se o Rio de Janeiro, na região Norte Fluminense (Oliveira & Amorim Neto, 1979), Minas Gerais (Faria & Soares, 1984), São Paulo, no vale do Paraíba, e Goiás, em áreas restritas (Santos, 1987). Andrade et al. (1989) relataram que na região das baixadas litorâneas, considerada como uma área de expansão da cultura de arroz no Rio de Janeiro, é grande o potencial para o cultivo da soca, tendo sido utilizados aproximadamente 400 ha no ano agrícola 1988/89. Relataram, também, que a utilização da soca é baixa nas regiões tradicionais, embora se tenha tecnologia disponível para o seu cultivo e, após a colheita do arroz, as áreas são usadas como pastagens. Pedroso & Souza (1974) concluíram que é possível obter duas colheitas por safra nas condições de Cachoeirinha, no Rio Grande do Sul, desde que seja utilizada cultivar apropriada. No Nordeste, estudos sobre o cultivo da soca de arroz irrigado mostraram ser uma prática rentável e de fácil execução pelos orizicultores da região do submédio e baixo São Francisco, em Belém do São Francisco, PE (Uchoa & Brandão, 1991) e em Neópolis, SE (Santos et al., 2002c) devido ao ciclo curto, baixo consumo de água, reduzidos



trabalhos de campo, qualidade de grãos e à produtividade média de grãos que corresponde a duas ou mais vezes à obtida no sistema de cultivo de terras altas, naquela região.

No Estado de Santa Catarina, visando a aumentar a rentabilidade das áreas sistematizadas nas regiões do baixo e médio vale do Itajaí e do litoral norte por meio de sistemas de cultivo intensivos, Ramos (1982) obteve produtividade na soca da ordem de 50% daquela obtida no cultivo principal. O autor afirma que o cultivo da soca é um sistema de produção viável economicamente, sendo superado por um novo cultivo, se a produtividade for maior que 7.000 a 8.000 kg ha⁻¹, tendo o cultivo da soca apresentado uma taxa de retorno de 195%. Segundo Schiocchet (2001), nessas regiões de Santa Catarina, os produtores efetuavam dois cultivos de arroz por ano, utilizando-se cultivares de ciclo curto. Atualmente, em cerca de 80% da área cultivada, que está em torno de 25 mil ha, o que representa aproximadamente 20% da área do estado, o segundo cultivo foi eliminado e está sendo praticado o cultivo da soca, obtendo-se produtividade de grãos de até 4.000 kg ha⁻¹, com até 110 dias de ciclo. O custo de produção do cultivo da soca compreende somente a água, a uréia e o óleo diesel utilizado na roçada ou no preparo da soca, além da colheita. Na safra 2002/2003, nessa região onde está sendo incorporada a técnica de cultivo da soca, foi atingida a média adicional de 2.770 kg ha⁻¹ (Previsão..., 2003).

Apesar do potencial que a região tropical apresenta para o cultivo da soca, somente mais recentemente essa prática tem despertado maior interesse pelos produtores, especialmente no Estado do Tocantins (Fig. 19.2), onde a soca de arroz irrigado tem se mostrado vantajosa, em decorrência da obtenção de relação benefício/custo mais favorável. Em lavouras melhor conduzidas, em áreas de várzea, têm-se obtido produtividade de 22 sacas de 60 kg ha⁻¹, com um custo de produção equivalente a cinco sacas, com um ciclo ao redor de 50 dias. No entanto, resultados de pesquisa têm mostrado que com o uso de tecnologia é possível obter produtividades mais expressivas, o que tem estimulado o uso da prática em áreas extensivas. O maior interesse dos produtores, atualmente, na adoção dessa prática tem sido decorrente da maior capacidade produtiva das cultivares nos dois cultivos, principal e soca, do desenvolvimento de práticas culturais que possibilitam as cultivares expressarem seu potencial produtivo e da elevação do custo de produção do arroz, em função do maior aumento dos insumos, como fertilizantes, sementes, defensivos e combustíveis, entre outros, em comparação ao valor da produção agrícola. Com isso, o cultivo da soca de arroz irrigado constitui uma das estratégias de aumento da produtividade, estabilização da produção e aumento da lucratividade dos orizicultores.



Foto: Embrapa Arroz e Feijão



Fig. 19.2. Cultivo da soca da cultivar Epagri 108 de arroz irrigado no Estado do Tocantins.

Exceto a viabilidade das sementes, que não diferiu entre sementes produzidas na soca e no cultivo principal, as demais características como altura de planta, comprimento da panícula, tamanho da espigeta, número de perfilhos produtivos e coloração de grão, foram menos pronunciadas na soca que no cultivo principal (Saran & Prasad, 1952).

Webb et al. (1975) verificaram que a recuperação de grãos inteiros no beneficiamento, bem como o rendimento total, foram geralmente menores na soca que no cultivo principal. Em vários casos, contudo, o rendimento no beneficiamento obtido na soca equiparou-se, ou excedeu, o obtido na primeira colheita. A temperatura de gelatinização e valores de viscosidade máxima foram consistentemente menores na soca. O teor de amilose não apresentou tendência definida, ao passo que o teor de proteína variou amplamente na soca, tendendo a ser consideravelmente maior, de 1 a 5%, que no cultivo principal. Nadal & Carangal (1979) observaram que os grãos produzidos na segunda soca tiveram qualidade superior àqueles da primeira soca. Nagaraja & Mahadevappa (1986) observaram que a qualidade das sementes da soca e do cultivo principal foi variável em função da cultivar estudada e que as sementes da soca deterioraram mais rapidamente que as do cultivo principal. Rosamma et al. (1988) obtiveram menor massa das sementes da soca em relação ao cultivo principal, entretanto não diferiram na germinação.

A qualidade industrial dos grãos da soca não foi afetada pelo manejo de água ou de nitrogênio (Mengel & Wilson, 1981). Andrade et al. (1987) obtiveram menor rendimento de grãos inteiros e maior percentual de grãos



translúcidos na soca do que no cultivo principal. A qualidade de cocção do arroz da soca é igual ou superior ao do cultivo principal (Bollich & Turner, 1988).

FATORES QUE AFETAM O POTENCIAL PRODUTIVO

O potencial produtivo da soca depende da capacidade das gemas dormentes na resteva do cultivo principal em permanecerem viáveis. Vários são os fatores que determinam direta ou indiretamente o crescimento e desenvolvimento dos perfilhos e a capacidade de produção de grãos na soca de arroz: as gemas estão em diferentes estádios de desenvolvimento; os perfilhos regenerados dos nós mais altos do colmo crescem rapidamente e amadurecem mais cedo (Prashar, 1970a, 1970b); as panículas da soca originadas dos nós mais baixos produzem maior número de espiguetas que aquelas dos nós superiores, todavia a fertilidade decresce (Sun et al., 1988) e, com isso, as panículas dos nós superiores contribuem mais para a produtividade de grãos do que aquelas dos nós mais baixos.

Planejamento

Para obter êxito no cultivo da soca é necessário um planejamento do sistema de produção de arroz, compreendendo desde o estabelecimento do cultivo principal até a segunda colheita. Altas produtividades de grãos das culturas somente serão obtidas se a cultivar, as práticas culturais e o ambiente estiverem adequadamente associados. Para isto, são definidas as épocas de plantio que possibilitam à cultivar expressar maior potencial produtivo no cultivo principal e na soca. Deve-se cultivar a soca de genótipos com reconhecida capacidade produtiva nas duas colheitas. Como a soca representa um percentual da produtividade do cultivo principal, é interessante que para o seu cultivo sejam selecionadas, preferencialmente, aquelas áreas mais produtivas.

Cultivar

As cultivares comportam-se diferentemente em relação à produtividade de grãos e à origem dos perfilhos na soca e, conseqüentemente, ao seu potencial produtivo. Algumas desenvolvem perfilhos em todos os nós do colmo, enquanto outras formam perfilhos apenas dos nós inferiores. A emissão de perfilhos se dá inicialmente nos nós mais altos do colmo cortado. A duração do ciclo da soca também está associada à posição do perfilho no colmo; quanto mais basal for, maior será seu ciclo. Vergara et al. (1988) mencionam que algumas diferenças que afetam a soca são: a capacidade inerente para produzir



perfilhos; a origem dos perfilhos (perfilhos basais são preferidos); o atraso na senescência das folhas; a capacidade de acumulação de carboidrato, que pode ser afetada pela duração de crescimento; o vigor do sistema radicular do cultivo principal; e a viabilidade das gemas dormentes.

Algumas cultivares de arroz podem apresentar alta produtividade de grãos no cultivo principal e não serem produtivas na soca, como é o caso da Metica 1, enquanto outras, como a BRS Formoso e a Epagri 108, têm alto potencial produtivo nos dois cultivos. As cultivares precoces tendem a comportar-se melhor que as de ciclo médio em regiões onde as condições climáticas são limitantes ao desenvolvimento da soca. Entretanto, sob condições favoráveis, as cultivares de ciclo médio apresentam maior produção biológica que as de ciclo curto, tanto no cultivo principal quanto na soca.

Estudos realizados em diversas regiões brasileiras mostraram que a relação entre as produtividades da soca e do cultivo principal de diferentes cultivares e linhagens de arroz varia de 5 a 89% (Orsi & Godoy, 1963, 1967; Oliveira & Amorim Neto, 1979; Ramos & Ditttrich, 1981; Ramos, 1982; Faria & Soares, 1984; Santos & Gadini, 1986; Santos et al., 1986, 2002c, 2003; Santos & Cutrim, 1987; Uchoa & Brandão, 1991; Dario, 1993). As maiores variações percentuais foram observadas nos estudos desenvolvidos em São Paulo (Orsi & Godoy, 1963, 1967) de 89%, com a cultivar Dourado Precoce, e em Goiás (Santos & Gadini, 1986; Santos, 1987) com a linhagem CNA 3771, a qual atingiu 73%. As maiores produtividades de grãos foram de 4.822 kg ha⁻¹, com essa mesma linhagem, em Goiás (Santos & Gadini, 1986; Santos, 1987), 4.978 e 4.900 kg ha⁻¹ na região do submédio e baixo São Francisco, em Pernambuco com a linhagem CNA 4212 (Uchoa & Brandão, 1991) e em Sergipe com a cultivar São Francisco (Santos et al., 2002c), respectivamente.

De modo geral, os trabalhos mostram que a produtividade de grãos da soca varia de 5 a 350% daquela do cultivo principal, indicando considerável escopo para a seleção de cultivares para o cultivo da soca.

A maioria dos estudos não tem mostrado correlação positiva e significativa entre as produtividades de grãos do cultivo principal e da soca (Orsi & Godoy, 1963, 1967; Cuevas-Pérez, 1980; Chauhan et al., 1985; Santos et al. 1998; Costa et al., 2000a; Dario, 2001). Entre os poucos trabalhos que mostraram correlação, encontra-se o de Prakash & Prakash (1988) que obtiveram coeficientes de correlação altamente significativos entre as produtividades de grãos dos dois cultivos.

Avaliando o comportamento de genótipos de arroz afetados por práticas culturais na Estação Experimental de Campos, no Estado do



Rio de Janeiro, Andrade et al. (1988) verificaram que a cultivar IR 841-63-5, na semeadura de setembro, apresentou o maior potencial produtivo na soca, com produtividade correspondente a 62% do cultivo principal. Ademais, o comportamento das cultivares modernas P 899-55-6-4-6-1B e IR 841-63-5 foram melhores que a da cultivar tradicional De Abril.

Em estudo conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, Costa et al. (2000a) consideraram as produtividades obtidas pelos genótipos de arroz de ciclo médio (Tabela 19.1), a linhagem CNA 3771 com 3.053 kg ha⁻¹ e a cultivar BRS Formoso com 2.702 kg ha⁻¹, como índices adequados de produtividade, o que justifica plenamente a utilização dessa prática cultural. Os autores verificaram que, na soca, a produtividade de grãos e o índice de colheita foram influenciados pelos genótipos dentro dos ciclos, curto e médio. Quanto à relação soca/cultivo principal, maiores percentuais foram determinados nos genótipos precoces CNA 7556, PR 380 e Javaé, que produziram acima de 55% das produtividades obtidas no cultivo principal e pelos genótipos de ciclo médio BRS Formoso e CNA 3771, cujas relações foram superiores a 48%. Nesse estudo, o valor comercial dos grãos do cultivo principal e da soca foi semelhante.

Tabela 19.1. Produtividade do cultivo principal, da soca, total e relação soca/cultivo principal de nove genótipos de arroz irrigado.

Genótipos	Produtividade de grãos ⁽¹⁾			Soca/cultivo principal (%)
	Cultivo principal	Soca (kg ha ⁻¹)	Total ⁽²⁾	
	Ciclos - Grupos			
Ciclo Curto	4.517	2.685	7.202	60
Ciclo Médio	5.575	2.170	7.940	38
	Genótipos de ciclo curto			
CNA 7546	5.064a	2.763a	7.828a	55
CNA 7151	2.750b	2.833a	5.583b	103
PR 380	5.062a	3.018a	8.079a	60
BR-Irga 409	5.486a	2.111b	7.597a	39
Javaé	4.223ab	2.699a	6.922ab	64
	Genótipos de ciclo médio			
BRS Formoso	5.089	2.702a	7.792ab	53
CNA 3771	6.311	3.053a	9.364a	48
Metica 1	6.370	920c	7.290b	14
Diamante	5.308	2.005b	7.313b	38

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

⁽²⁾Produtividade do cultivo principal + soca.

Fonte: Adaptada de Costa et al. (2000a).



O ciclo do cultivo principal afeta o comportamento da soca, porquanto as cultivares de ciclo curto são recomendadas para as regiões de clima temperado, possibilitando, assim, o desenvolvimento da soca em condições climáticas favoráveis. Para o cultivo da soca no norte fluminense, é recomendável que cultivares tardias sejam semeadas mais cedo (Oliveira & Amorim Neto, 1979). Estudos desenvolvidos por Orsi & Godoy (1963, 1967), evidenciaram que as cultivares precoces mostraram-se mais produtivas, possibilitando um segundo corte econômico.

O perfilhamento é, provavelmente, o fator genético mais importante que afeta o comportamento da soca das gramíneas. Essa característica frequentemente determina a população de plantas. A produtividade da soca foi significativamente correlacionada com o número de perfilhos (Cuevas-Pérez, 1980; Das & Ahmed, 1982). Em várzeas tropicais, Costa et al. (2000a) verificaram que o número de panículas por m^2 foi o principal componente na determinação da produtividade da soca. O ciclo e o número de grãos por panícula foram maiores no cultivo principal. Em média, os valores de massa de 100 grãos obtidos em ambos cultivos ficaram próximos aos 2,5 g, considerado ideal para o arroz. No cultivo principal, as características que mais se correlacionaram com a produtividade de grãos foram a altura de plantas e o índice de colheita, enquanto, na soca, o número de panículas e o de perfilhos por m^2 . A produtividade da soca de arroz se correlaciona com a sua produção de matéria seca total da parte aérea (Costa et al., 2000b).

Santos et al. (1998) verificaram que, em geral, na maioria dos genótipos avaliados houve redução dos componentes da produtividade: o número de panículas por área, o número de grãos por panícula, a massa de 100 grãos e, conseqüentemente, da produtividade de grãos na soca, em relação à do cultivo principal. Entre esses componentes, o número de grãos por panícula foi o que apresentou maiores diferenças entre as duas colheitas, havendo redução em torno de 50%. Os autores concluíram que, para aumentar a produtividade da soca, há necessidade de aumentar este componente, seja mediante um programa de melhoramento de plantas ou pelo emprego de técnicas apropriadas de manejo da cultura. Em alguns genótipos, o número de panículas por área da soca foi semelhante ou até superior ao obtido no cultivo principal.

Palchamy & Soundrapandian (1988) atribuíram a ampla variabilidade na produtividade diária da soca à cultivar, ao local, ao solo, à água, à época de semeadura e às práticas culturais. Nas cultivares de ciclo curto, a produtividade diária variou de 6 a 80 $kg\ ha^{-1}\ dia^{-1}$, enquanto no cultivo principal foi de 7 a 90 $kg\ ha^{-1}\ dia^{-1}$.



Condições climáticas

Os elementos meteorológicos que mais influenciam a produtividade são a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação pluvial e o fotoperíodo. Dentre a literatura disponível sobre os valores críticos desses parâmetros no desenvolvimento vegetativo e na produção de arroz, destacam-se as seguintes revisões: Morais et al. (1979); Yoshida (1981); Venkateswarlu (1989); Souza & Costa (1992); Souza (1993); Lobato & Silva (1995); Santos & Lobato (1996).

Entre os fatores do ambiente que afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas de arroz, a temperatura e a luz têm sido relatadas como os de maior influência no comportamento da soca, particularmente o perfilhamento (De Datta & Bernasor, 1988).

A temperatura do ar afeta diferentemente as características da planta de arroz em função dos estádios de crescimento. Conforme Samson (1980), plantas expostas à baixa temperatura do ar, 20/20°C, no estágio de emborrachamento formaram três vezes mais perfilhos basais na soca que aquelas expostas à temperatura alta, 35/27°C, e duas vezes mais que as expostas à temperatura normal, ou seja, em torno de 29/21°C. Os números de perfilhos total e produtivos foram significativamente maiores sob temperatura do ar abaixo de 29/21°C, embora a diferença entre o número total e o de perfilhos produtivos não tenha diferido significativamente. Entretanto, a produtividade de grãos a 20/20°C foi significativamente menor que em temperaturas do ar alta e normal, devido à maior esterilidade de espiguetas. A produtividade de grãos na soca não diferiu nas temperaturas normal e alta. A temperatura também afetou a duração de crescimento da soca. O ciclo da cultura alongou-se de 56 dias, em alta temperatura do ar, para 96 dias, em baixa.

De acordo com Fageria (1984), os elementos climáticos, tais como temperatura, radiação solar e precipitação pluvial, influenciam o crescimento e, conseqüentemente, a produção de arroz, de dois modos: diretamente, afetam em termos fisiológicos os processos que envolvem a produção, como crescimento vegetativo, formação e tamanho dos grãos; e, indiretamente, afetam a produção por meio da incidência de pragas e de doenças. A temperatura é relatada como o fator climático mais importante, com valores críticos, tanto baixo quanto alto, dependendo da fase da cultura, mas, em geral, valores abaixo de 20°C e acima de 30°C são prejudiciais. As temperaturas críticas variam com a cultivar, com o grau e a duração da temperatura crítica, como estágio



de desenvolvimento da planta (Fageria, 1984) e com as práticas culturais (Terres & Galli, 1985).

A ocorrência de temperaturas do ar abaixo de 20°C, na fase de divisão-redução celular e durante a floração, pode causar alta esterilidade de espiguetas. Terres & Galli (1985) mencionam que a produtividade de grãos é reduzida em consequência da alta esterilidade e atrofia das espiguetas, emissão incompleta das panículas, grãos mal formados e alongamento do período de floração, quando temperaturas do ar inferiores a 17°C ocorrem na fase reprodutiva. Xu et al. (1988) relatam que as temperaturas baixas críticas são: 13°C para a semeadura; e 23°C para a emissão de panículas. Nessa mesma linha de estudo, Mackill & Lei (1997) citam que na fase reprodutiva, especialmente na microsporogênese, temperaturas noturnas baixas induzem ao aumento da esterilidade das espiguetas e, conseqüentemente, à redução da produtividade de grãos.

Quando a planta de arroz é exposta à temperaturas do ar acima de 30°C, pode ocorrer redução do número de perfilhos, altura das plantas, comprimento da raiz, produção de matéria seca da parte aérea e, conseqüentemente, da produtividade de grãos e seus componentes (Martins et al., 1981). O efeito da temperatura no crescimento das plantas e nas funções metabólicas é diversificado e complexo. A temperatura do solo afeta a fisiologia das raízes, pelo seu efeito na absorção de nutrientes e de água, e a temperatura do ar, a produção metabólica, o armazenamento de carboidratos, a alongação das células, a fotossíntese, a transpiração e a respiração da planta (Kramer & Kozlowski, 1960). Os produtos da fotossíntese são perdidos em maior quantidade em condições de tempo mais quentes, devido às taxas de respiração mais altas (Thompson, 1975). As plantas de arroz podem tolerar temperaturas máximas da água até 35°C; acima desse valor, a produtividade reduz drasticamente. Xiong et al. (1990) determinaram que as condições ambientais ótimas para o perfilhamento da soca foram temperatura média diária de 25 - 26°C e 84 - 85% de umidade relativa, para uma produtividade de grãos de 3,4 t ha⁻¹.

A importância do estudo dos elementos climáticos sobre a produtividade de grãos de arroz é relatada por Andrade (1991), que salienta a grande influência da radiação solar e, particularmente, o efeito da temperatura do ar sobre o período reprodutivo das plantas. O autor menciona que o ambiente e a constituição genética, principalmente porte e arquitetura foliar, determinam a quantidade de radiação solar absorvida pelas plantas, indispensável para uma alta atividade fotossintética.



O requerimento das exigências térmicas varia com as fases de desenvolvimento da planta. O parâmetro graus-dia reflete o acúmulo diário de energia que se situa acima da condição mínima e abaixo da máxima exigida pela planta. Souza & Costa (1992) observaram diferenças de graus-dia entre as quatro cultivares estudadas de até 83%, e que a duração do ciclo sofre influência marcante da época de semeadura. Com o objetivo de identificar os principais elementos meteorológicos que influenciam o crescimento e desenvolvimento da planta de arroz e determinar as suas exigências térmicas para a identificação de épocas de semeadura, onde a cultura possa expressar todo o seu potencial produtivo, tanto no cultivo principal quanto na soca, Santos & Lobato (1996) verificaram que a fase vegetativa do cultivo principal exigiu cerca de 50% da soma térmica total. A soca necessita, aproximadamente, do mesmo acúmulo de energia exigido pela fase vegetativa do cultivo principal.

Em condições de terras altas, estudos de Lobato & Silva (1995) mostraram que as exigências térmicas e as produtividades das cultivares estudadas variaram com as épocas de semeadura. Devido à ocorrência de baixas temperaturas, abaixo de 15°C, e à influência de fotoperíodo sobre o crescimento da planta de arroz, os mesmos autores observaram diminuição do porte da planta, menor índice de área foliar e queda da produtividade. Revelaram, também, que outros fatores interferem na acumulação térmica durante o ciclo. O fotoperíodo faz com que a planta complete seu ciclo com maior acumulação térmica, à medida que se atrasa a semeadura, e é certamente um dos fatores condicionantes da determinação do somatório térmico em arroz de terras altas.

O requerimento em radiação solar pela cultura de arroz difere de um estágio de crescimento para outro. A radiação solar no estágio reprodutivo tem maior efeito sobre a produtividade de grãos que nos estádios vegetativo e de maturação. Radiação solar de 300 cal cm⁻² dia⁻¹ no estágio reprodutivo possibilita uma produtividade de grãos ao redor de 5 t ha⁻¹ (Yoshida, 1981). Para Chang (1985), a radiação solar durante os estádios reprodutivo e de maturação é o principal fator que determina a produtividade de grãos de arroz.

Mota (1995) observou que as maiores produtividade de grãos do arroz irrigado ocorreram quando o ambiente apresentou altos níveis de radiação solar global e baixa ocorrência de temperaturas do ar $\leq 15^\circ\text{C}$.

O sombreamento do cultivo principal afetou o perfilhamento da soca, a altura e a produtividade de grãos (Quddus, 1981; Ichii & Sumi,



1983). A duração do sombreamento também influenciou o crescimento da soca (Quddus, 1981). Sombreamento no período da floração até sete dias após a colheita do cultivo principal, compreendendo 28 dias, causou menor produtividade de grãos da soca que sombreamento no período do estágio leitoso tardio até sete dias após a colheita, 24 dias, ou da colheita até sete dias após. Plantas não sombreadas produziram 72% mais que plantas sombreadas. A aplicação de nitrogênio nos estádios leitosos inicial e tardio em combinação com diferentes períodos de sombreamento não afetou significativamente a produtividade de grãos.

Estudos de Garcia (1981) mostraram que a capacidade de regeneração dos perfilhos não foi afetada pelo sombreamento do cultivo principal. Contudo, o número de perfilhos produzidos na soca decresceu com o aumento do sombreamento. Em geral, sem ou com 49% de sombreamento tiveram efeitos similares sobre a produtividade de grãos, espiguetas e grãos por panícula, massa de 1.000 grãos e porcentagem de espiguetas estéreis. Entretanto, 66% de sombreamento do cultivo principal reduziu a produtividade de grãos, o que foi atribuído aos menores números de espiguetas e de grãos por panícula, e aumento da esterilidade de espiguetas. O número de panículas não foi afetado significativamente pelo sombreamento.

A altura da soca, a produtividade de grãos e a porcentagem de perfilhos de plantas submetidas a diferentes intensidades de luz (sem sombreamento; com 50%; e com 75% de sombreamento, por duas semanas após o corte) decresceram significativamente com o aumento do sombreamento (Ichii & Sumi, 1983). A altura máxima foi atingida aos 30 dias sem sombreamento, aos 25 dias com 50% de sombreamento e aos 20 dias com 75% de sombreamento. Independente da intensidade de luz, os valores máximos de porcentagem de perfilhos e da altura da soca ocorreram 15 dias após o corte.

As maiores produtividades de arroz observadas nos países de clima temperado em relação aos de clima tropical são atribuídas às baixas temperaturas que ocorrem durante a maturação, as quais proporcionam um alongamento do ciclo nesta fase, propiciando mais tempo para enchimento das espiguetas. Maior quantidade de energia solar, nesse prolongamento, contribui sensivelmente para maiores produtividades.

Além da temperatura do ar, Ichii (1988) relata que em condições de alta luminosidade, o desenvolvimento do arroz é vigoroso em virtude da maior eficiência da atividade fotossintética. O crescimento da soca



varia conforme o ambiente interno e externo dos colmos, pois, além da temperatura do ar, depende da fertilidade do solo e das reservas do próprio colmo.

MANEJO DO CULTIVO PRINCIPAL

A constituição genética das cultivares, o ambiente e o manejo do cultivo principal afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade da soca. Várias práticas culturais que afetam o crescimento da planta, em geral, afetam também o crescimento da soca. Entretanto, algumas práticas específicas determinam, em grande parte, o sucesso do cultivo da soca. Chauhan et al. (1985) relatam que a capacidade da soca é influenciada pelo preparo do solo, época de transplântio ou de semeadura, método de plantio, população de plantas, manejo de água e fertilizantes e sistema de colheita. As cultivares respondem na soca diferentemente às práticas culturais empregadas no cultivo principal. Não obstante, os efeitos do manejo do cultivo principal sobre o comportamento da soca não têm sido estudados em grande escala.

Preparo do Solo

O sucesso do cultivo da soca é, em grande parte, dependente do preparo do solo do cultivo principal. A aração profunda alongou os colmos e aumentou o número de panículas por planta. Na aração a 25 cm de profundidade, obteve-se maior produtividade que no preparo do solo superficial (Chauhan et al., 1985).

Em estudos desenvolvidos no IRRI, o comportamento da soca foi significativamente influenciado pelo método de preparo do solo (Bahar & De Datta, 1977). As plantas da soca, onde foi efetuada aração seguida por gradagem para o cultivo principal, tiveram maior produção de grãos, maior número de panículas por m² e menor percentagem de esterilidade de espiguetas que aquelas provenientes da semeadura sem preparo. Houve uma tendência de o preparo mais intensivo do solo, aração e gradagem, produzir mais perfilhos na soca. Contudo, o método de preparo do solo não afetou o número de grãos por panícula e o número de colmos que não rebrotaram (Samson, 1980).

Época de semeadura ou de transplântio

Épocas diferentes de semeadura ou de transplântio expõem as plantas do cultivo principal e da soca a diferentes comprimentos do dia,



temperaturas e condições de luz, que, por sua vez, influenciam o comportamento da soca (Chauhan et al., 1985). A ocorrência de baixas temperaturas é relatada como o elemento climático que exerce maior efeito na variabilidade de crescimento e desenvolvimento das plantas de arroz, com conseqüências na produtividade e na qualidade dos grãos. As temperaturas mínima, ótima e máxima para a germinação das sementes de arroz são 8 - 10°C, 30 - 32°C e 42°C, respectivamente. Yoshida (1981) relatou que a temperatura ótima para a germinação do arroz é 20 - 35°C, para o perfilhamento 25 - 31°C, para diferenciação de panícula 25 - 28°C e maturação dos grãos 20 - 25°C. Baixa temperatura no estágio tardio de crescimento do cultivo principal pode aumentar a esterilidade de espiguetas e também reduzir o desenvolvimento da soca.

Os efeitos da época de semeadura do cultivo principal sobre a duração do ciclo e a produtividade de grãos da soca de três cultivares foram estudados por Oliveira & Amorim Neto (1979), nas condições do Norte Fluminense. Dentre as épocas estudadas, que variaram de 18 de setembro a 22 de fevereiro, com intervalos de 30 dias, a semeadura de setembro propiciou a maior produtividade de grãos em todas as cultivares em comparação com as épocas mais tardias, devido, principalmente, ao fato da temperatura e da luminosidade favorecer o desenvolvimento das plantas. A produtividade de grãos declinou rapidamente com cada data de semeadura posterior. Nenhuma produção na soca foi obtida nas semeaduras após novembro. A duração de crescimento não mostrou nenhuma tendência consistente com o atraso na semeadura.

Para o Estado de Santa Catarina, Ramos & Dittrich (1981), avaliando cultivares de ciclo médio em duas épocas, verificaram que setembro foi a época de semeadura do cultivo principal que mais favoreceu o cultivo da soca de três cultivares, em comparação a outubro. As produtividades de grãos obtidas na soca alcançaram de 42 a 51% das obtidas no cultivo principal. Baixas temperaturas nos estádios tardios de crescimento do cultivo principal impossibilitaram o desenvolvimento da soca. Para o cultivo da soca, Ramos (1982) verificou que a semeadura pode ser efetuada no final de setembro. Neste estudo, a produtividade de grãos da soca variou com a época de semeadura, alcançando 3,0 t ha⁻¹, correspondendo a 50% do cultivo principal. Esses resultados foram corroborados pelos estudos de Alfonso-Morel et al. (1997b) e de Schiocchet (2001). Para a obtenção de maior potencial produtivo do cultivo principal e da soca da cultivar Epagri 106, de ciclo curto, no município de Turvo, em Santa Catarina, Alfonso-Morel et al. (1997b) verificaram que a época mais indicada corresponde à semeadura realizada antes do período normal



recomendado, ou seja, de 15 de setembro a 10 de outubro. Entre as épocas estudadas por Schiocchet (2001), a maior produtividade da soca da cultivar Epagri 108, no município de Itajaí, em Santa Catarina, foi verificada na semeadura do cultivo principal em 15 de setembro e colheita em torno do dia 20 de fevereiro, seguida da semeadura em 15 de outubro e colheita em torno do dia 15 de março. Nestas duas épocas de semeadura, verificou-se também a maior produtividade total de grãos, cultivo principal e soca.

A viabilidade do cultivo da soca foi constatada por Dario (1993), nas condições de Piracicaba, no Estado de São Paulo, desde que a semeadura seja realizada no início do período da safra. Com semeadura realizada depois do mês de outubro, houve diminuição do desenvolvimento vegetativo, ciclo e produtividade de grãos e seus componentes. Nenhuma soca foi obtida a partir de novembro, nas três cultivares estudadas.

Bollich & Turner (1988), em estudo desenvolvido no Texas, também verificaram efeitos da época de semeadura sobre a duração do ciclo e a produtividade da soca. A ocorrência de baixas temperaturas alongou o tempo para maturação.

As cultivares de arroz irrigado avaliadas por Santos (1987, 1999) em Goianira, no Estado de Goiás, comportaram-se diferentemente nas distintas épocas de semeadura, quanto à duração do ciclo e à produtividade de grãos no cultivo principal e na soca. Em função das épocas de semeadura em todos os meses do ano, o ciclo das cultivares variou de 115 a 198 dias no cultivo principal e de 60 a 147 dias na soca. De modo geral, os períodos mais favoráveis ao cultivo da soca corresponderam às semeaduras realizadas de agosto a outubro. O autor considerou que o duplo cultivo de arroz numa mesma área na região é inviável, pois a semeadura do segundo cultivo coincidiria com períodos de alta precipitação pluvial. Entretanto, o aproveitamento mais intensivo das várzeas pode ser obtido com o cultivo da soca de arroz, que apresenta menor custo de produção e menos tempo de cultivo.

A definição das épocas de plantio se baseia no conhecimento das condições climáticas preponderantes na região e na disponibilidade de água para irrigação. Nas Regiões Norte e Nordeste, o arroz pode ser cultivado durante todo o ano, portanto a época de semeadura não limita o cultivo da soca. Como exemplo, pode ser citado o Estado de Tocantins, caracterizado pela ocorrência de dois regimes pluviais bastante definidos: o período de maio a setembro com índices de pluviosidade



muito baixos, considerada época seca; e de outubro a abril, o período de maior ocorrência de chuvas, que é a época predominante de cultivo de arroz irrigado. Como, no início da época recomendada de plantio, que vai de outubro a dezembro, o nível do lençol freático e dos rios está baixo na maioria das áreas, a semeadura é dependente da ocorrência da precipitação pluvial. De modo geral, as épocas de semeadura do cultivo principal mais favoráveis ao cultivo da soca correspondem ao início da época recomendada de plantio para a região.

Os efeitos de seis épocas de semeadura, de setembro a fevereiro, no desenvolvimento e produtividade da soca de nove genótipos de arroz do ecossistema de terras altas, com irrigação por aspersão, foram avaliados por Arf et al. (1998) em área experimental pertencente a UNESP – Campus de Ilha Solteira, no município de Selvíria, no Mato Grosso do Sul. A semeadura realizada no mês de novembro propiciou maior produtividade de grãos nas duas colheitas, sendo muito baixas as produtividades de grãos na soca nas semeaduras a partir desta época. A maior resposta foi obtida com a cultivar IAC 202 com 844 kg ha^{-1} , atingindo 17% da produtividade obtida no cultivo principal.

Sistema de plantio

A semeadura direta, em solo seco ou úmido, e o transplântio constituem dois métodos de plantio de arroz. Embora os seus efeitos sobre o comportamento da soca não tenham sido estudados extensivamente, a grande maioria das pesquisas referentes ao aproveitamento da soca de arroz foi conduzida com a semeadura direta em solo seco. Uma das vantagens da semeadura direta no cultivo da soca, em comparação ao transplântio, é o grande número de plantas por unidade de área. Com isso, poucos perfilhos por planta da soca são necessários para produzir um grande número de perfilhos por unidade de área. Para aumentar o potencial de perfilhos na soca no arroz transplântado, a população de plantas no cultivo principal pode ser aumentada pela redução do espaçamento.

Comparando três métodos de produção de arroz em duplo cultivo, Bahar & De Datta (1977) verificaram que as produções máximas totais de seis cultivares foram, respectivamente, de 11,7, 10,4 e $8,7 \text{ t ha}^{-1}$ para as duas culturas transplântadas, para o transplântio seguido de semeadura direta sem preparo do solo e para o transplântio seguido do cultivo da soca. Ainda que o cultivo da soca tenha apresentado menor produtividade, teve a vantagem de apresentar menor requerimento de dias para maturação, água, trabalho e custo de produção. Assim, torna-se uma



alternativa para aumentar a produção de arroz em áreas com recursos limitados para dois plantios. As produtividades de grãos da soca das seis cultivares variaram de 0,7 a 2,1 t ha⁻¹ (Tabela 19.2). Chauhan et al. (1985) mencionam que, independentemente do método de plantio, uma população adequada e uniforme de plantas é um pré-requisito para uma soca produtiva, mas outros fatores são igualmente importantes na determinação da produtividade de grãos da soca.

Tabela 19.2. Produtividade de grãos de arroz de seis cultivares no segundo cultivo: soca, semeadura direta e transplântio.

Sistema de manejo no segundo cultivo	Cultivares					
	IR 2061-464-2	IR 561-228-3	IR 747 B ₂ -6	IR 28	IR 2061-465-1	IR 2061-632-3-1
	Produtividade de grãos (t ha ⁻¹)					
Soca	1,5c	1,2c	0,7b	2,1c	1,6b	2,1b
Semeadura direta	3,7b	3,6b	3,2a	2,8b	4,1a	3,8a
Transplântio	4,6a	5,3a	3,9a	4,4a	4,5a	4,4a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente a nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptada de Bahar & De Datta (1977).

População de plantas

A população de plantas por unidade de área é determinada pela combinação entre espaçamento entre linhas e número de plantas na linha. A competição entre plantas por nutrientes, água e luz é determinada, em grande parte, por esses dois fatores. A população de plantas pode ser um importante fator que afeta o comportamento da soca, visto que seus perfilhos surgem de gemas dormentes da resteva do cultivo principal.

Maiores populações de plantas no cultivo principal aumentam o número de perfilhos por unidade de área (Wells & Faw, 1978) e, com isso, é também aumentado o número potencial de perfilhos na soca. Não obstante, este acréscimo não é proporcional para aumentar a população da soca, pois maior número de plantas propicia maior número de perfilhos inviáveis. A população de plantas, apesar de afetar o número de perfilhos inviáveis na soca, pode não afetar significativamente a produtividade de grãos.

Orsi & Godoy (1963, 1967) obtiveram maiores produtividades no cultivo principal e na soca da cultivar precoce Batatais com a densidade de semeadura de 3 g de sementes, em comparação com 6 g de sementes por metro de sulco, bem como no espaçamento de 20 cm em comparação com 40 e 60 cm entre linhas.



Bahar & De Datta (1977) verificaram que a produtividade de grãos do cultivo principal decresceu à medida que o espaçamento no transplante aumentou de 15 x 15 cm, 20 x 20 cm e 25 x 25 cm, mas a produtividade de grãos da soca não foi afetada significativamente. O número de perfilhos improdutivo no espaçamento de 20 x 20 cm foi significativamente menor que no de 15 x 15 cm e não diferiu daquele de 25 x 25 cm, sendo, portanto, considerado o melhor para o cultivo da soca. Menor número de perfilhos foi produzido na soca no espaçamento mais amplo.

Em estudo desenvolvido por Jones & Snyder (1987), os tipos de plantas altas e semi-anãs responderam similarmente à densidade de semeadura e ao espaçamento entre linhas, em semeadura direta em solo seco. As densidades de semeadura, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de sementes, e suas interações não afetaram significativamente a produtividade da soca. Os espaçamentos entre linhas de 15, 20 e 25 cm não tiveram efeito sobre os componentes da produtividade da soca, enquanto o aumento na densidade de semeadura incrementou o número de panículas por metro quadrado e decresceu o número de grãos por panícula na soca. Esses foram considerados os componentes primários da produtividade da soca, explicando mais de 85% da variação. Não houve correlação significativa entre as produtividades de grãos da soca e do cultivo principal.

Srinivasan & Purushothaman (1990) também não obteve efeito significativo dos espaçamentos estudados (15 x 10 cm, 20 x 10 cm e 25 x 10 cm) sobre a produtividade de grãos da soca, embora no cultivo principal transplantado isto tenha ocorrido. O número de perfilhos por m² e a produção de matéria seca da soca foram significativamente maiores nos menores espaçamentos. A correlação do número de plantas por m² com a produtividade de grãos da soca foi positiva e significativa.

Nas condições do sul do Estado de Santa Catarina, no município de Turvo, Alfonso-Morel et al. (1997a), avaliando os efeitos das densidades de semeadura de 100 a 260 kg ha⁻¹ de sementes, verificaram que as produtividades e massas de grãos da cultivar Epagri 106 no cultivo principal e na soca não diferiram, no sistema pré-germinado. Com isso, os autores consideraram a recomendação da densidade de semeadura de 130 kg ha⁻¹ de sementes para o sistema de produção de arroz irrigado como válida.

Manejo de fertilizantes

A fertilidade do solo afeta direta ou indiretamente o crescimento e a produtividade de grãos da soca de arroz. O N e o P afetam significativamente o crescimento da soca, e o P é especialmente



importante, pois promove um bom desenvolvimento das raízes. O requerimento em fertilizantes varia amplamente no cultivo da soca. Alguns estudos indicam que o crescimento da soca é dependente da composição e da dose do fertilizante usado (Ganguli & Ralwani, 1954; Evatt, 1958), como também que vários fertilizantes são necessários, não apenas no cultivo principal, como também no cultivo da soca (Szokolay, 1956). Evatt (1958) mostra que a aplicação de P no cultivo principal aumentou significativamente a produtividade da soca. Em outros estudos, efeito significativo tem sido obtido apenas com a aplicação de N. Evatt & Beachell (1960) relatam que a aplicação de P e K na soca não é necessária se o cultivo principal recebeu quantidades adequadas desses nutrientes.

As doses, métodos e épocas de aplicação adequadas de fertilizantes de fontes apropriadas são práticas importantes para a obtenção de altas produtividades de grãos no cultivo principal, o que irá refletir na produtividade da soca. Entre os nutrientes essenciais, as principais deficiências verificadas no cultivo de arroz irrigado em várzeas são a de N, P, K e Zn, particularmente quando são usadas cultivares modernas e práticas culturais melhoradas (Yoshida, 1981; Fageria, 1992; Fageria et al., 1997; Fageria & Baligar, 1999, 2001; Fageria & Gheyi 1999). Zitong (1991) relatou que na China, maior produtor mundial, a produtividade de arroz aumentou na última década e esse aumento está associado à melhoria das condições do solo e à aplicação de fertilizantes, especialmente N e P.

O fertilizante nitrogenado é necessário para a obtenção de altas produtividades de grãos, tanto no cultivo principal quanto na soca. Bahar & De Datta (1977) verificaram que a produtividade de grãos nas duas colheitas aumentou com as doses de N aplicadas em duas épocas no cultivo principal. Houve, também, aumento do número de grãos por panícula, apenas na soca.

O método de aplicação de N no cultivo principal também afetou a soca (Samson, 1980; Quddus, 1981; De Datta & Bernasor, 1988). A colocação de N em maior profundidade, 8 a 10 cm, no cultivo principal aumentou a altura da soca da cultivar IR 36, o número de perfilhos da IR 42 e a produtividade de ambas as cultivares (De Datta & Bernasor, 1988). A aplicação de N em profundidade aumentou a produtividade e o número de panículas em 15% em comparação com a aplicação parcelada. Esta promoveu atraso na maturação e menor índice de área foliar na soca.

A aplicação de altas doses de fertilizante nitrogenado no cultivo principal reduziu a viabilidade da soca, por estimular crescimento excessivo



com plantas mais fracas (Chauhan et al., 1985). Entretanto, resultados contrários mostraram que o aumento da dose de N até 120 kg ha⁻¹ aumentou a produtividade de grãos do cultivo principal e da soca (Bahar & De Datta, 1977).

Com o objetivo de determinar a influência de épocas e métodos de aplicação de N sobre o comportamento do cultivo principal de arroz irrigado, Santos et al. (2002a) conduziram dois experimentos, sendo um na Fazenda Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, e o outro na Fazenda Xavante Agroindustrial de Cereais SA, no município de Dueré, TO, em solos classificados como Plintossolos. Verificaram que, de modo geral, as maiores produtividades de grãos foram verificadas quando parte do N foi aplicado por ocasião da semeadura e parte em duas coberturas, ou seja, até 65 dias após a emergência. A aplicação de todo N no plantio propiciou menor resposta do arroz, indicando a ocorrência de maiores perdas de NH₃⁺. Nos dois experimentos, a produtividade da soca não foi afetada pelo manejo de N, indicando que, uma vez efetuada uma aplicação de 50 kg ha⁻¹, logo após o corte das plantas, o manejo de N no cultivo principal não tem efeito residual sobre a produtividade da soca (Tabela 19.3).

Tabela 19.3. Efeito do manejo de nitrogênio no cultivo principal sobre a produtividade da soca de três cultivares de arroz irrigado, em duas localidades, Goianira/GO e Dueré/TO.

Manejo de Nitrogênio	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	Goianira, GO	
	BRS Jaburu	BRS Formoso
Todo N no plantio, no sulco	3.656	3.031
Todo N no plantio, no sulco e lanço	2.743	3.549
½ N no plantio, no sulco, e ½ aos 40 DAE	2.626	3.402
½ N no plantio, no sulco e lanço, e ½ aos 40 DAE	2.639	3.274
¼ N no plantio e ¾ aos 40 DAE	3.394	3.253
¼ N no plantio e ¾ aos 65 DAE	2.662	2.109
¼ N no plantio, ½ aos 40 DAE e ¼ aos 65 DAE	3.017	2.646
¼ N no plantio, ¼ aos 40 DAE e ½ aos 65 DAE	2.932	2.500
¼ N no plantio, 30 kg ha ⁻¹ de N aos 40 e 65 DAE	3.118	3.254
		Dueré, TO
Manejo de Nitrogênio		Epagri 108
Todo N no plantio, no sulco e a lanço		1.502 ⁽¹⁾
½ N no plantio, no sulco e lanço, e ½ aos 40 DAE		1.348
12 kg ha ⁻¹ de N no plantio e 68 kg ha ⁻¹ de N aos 40 DAE		1.391
12 kg ha ⁻¹ de N no plantio e 34 kg ha ⁻¹ de N aos 40 e 60 DAE		1.495

⁽¹⁾ Produtividade de grãos considerando a área pisoteada pelas esteiras da colhedora.
Fonte: Santos et al. (2002a).



A aplicação parcelada de 90 kg ha⁻¹ de N nas fases inicial e tardia do grão leitoso, e de 7 a 15 dias antes da colheita do cultivo principal, não afetaram a produtividade e o número de perfilhos por m² (Quddus, 1981). Nenhuma interação significativa entre a época de aplicação de fertilizante e a altura de corte foi obtida.

Não obstante, Zhang (1991) menciona que a aplicação de 45 a 68 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, duas semanas antes da colheita, atrasa a senescência do cultivo principal, produzindo mais perfilhos e panículas na soca. As práticas culturais recomendadas para o cultivo da soca de cultivares de arroz de ciclo médio, no sudeste da Província de Sichuan, na China, incluem a fertilização nitrogenada com 35 a 70 kg ha⁻¹, 14 dias antes da colheita do cultivo principal para aumentar a porcentagem de brotação e promover um crescimento precoce e vigoroso da soca (Xu et al., 1988).

Sun et al. (1988) estudaram, na China, os efeitos de níveis e épocas de aplicação de N no cultivo principal e na soca de arroz híbrido cortado a 40 cm de altura. A aplicação de 75 e 187,5 kg ha⁻¹ de N aumentou a produtividade de grãos do cultivo principal, mas apresentou pequeno efeito na soca. As doses de 34,5 e 69 kg ha⁻¹ de N, aplicadas antes da colheita, não afetaram a produtividade de grãos do cultivo principal, mas produziram significativamente mais perfilhos e panículas na soca, resultando em maior produtividade de grãos, em comparação à testemunha não fertilizada.

Sun et al. (1988) mencionam em seus estudos que a aplicação de N a lanço, 14 dias antes da colheita, nas doses de 0, 27, 54 e 81 kg ha⁻¹, não afetou significativamente a produtividade e a maturação do cultivo principal, embora tenha aumentado o metabolismo de N no estágio tardio de crescimento, atrasado a senescência e promovido a germinação das gemas dormentes. O teor de N na resteva aumentou com as doses aplicadas na fase de maturação, os açúcares solúveis decresceram e o conteúdo de carboidratos aumentou ligeiramente. O teor de N na resteva correlacionou-se com o número de panículas por colmo da soca.

A aplicação de N, P e K, dez dias antes da colheita do cultivo principal, não influenciou significativamente o número de perfilhos e a produção de matéria seca da parte aérea da soca, mas essas características variaram consideravelmente com a quantidade aplicada dez dias após a colheita (Ichii, 1988). Os decréscimos do número de perfilhos e da produção de matéria seca foram mais severos com a deficiência de N, seguida pela carência de P. Nenhum efeito significativo foi detectado com a deficiência de K.



Avaliando a resposta da soca da cultivar Epagri 106 à aplicação NPK, em Santa Catarina, Alfonso-Morel et al. (1997b) consideraram a metade da recomendação para o cultivo principal com sendo a adubação mais indicada para a soca de arroz irrigado.

Sistema de colheita

Outra preocupação no planejamento é com a colheita do cultivo principal, especialmente, quanto à época, à altura de corte e aos equipamentos das colhedoras. Deve-se evitar o “passeio” desnecessário de colhedoras e graneleiros, para não danificar excessivamente as plantas de arroz, pois a área pisoteada pela esteira da colhedora pode corresponder a até 38% da área total cultivada.

Época de colheita

A duração do período de formação e enchimento de grãos oscila de 30 a 40 dias. Essa diferença decorre, principalmente, da variação da temperatura do ar, havendo pouca influência do ciclo da cultivar. Os grãos passam pelas etapas de grãos leitosos, grãos pastosos e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica, na qual o grão está com o máximo acúmulo de matéria seca (Congresso..., 2003). Nesta fase, as sementes estão praticamente desligadas da planta mãe, como que armazenadas nas condições de campo. O ponto de maturidade fisiológica é definido como o período no qual cessa a translocação dos fotossintatos e a planta aciona mecanismos para desidratação das sementes. Durante o processo de maturação ocorrem transformações morfológicas e fisiológicas nas sementes, como alteração no tamanho, redução do teor de água, acúmulo de matéria seca e aumento gradativo na germinação e no vigor. Teoricamente, o arroz poderia ser colhido no ponto de maturidade fisiológica, desde que fossem dadas condições para secagem imediata, pois, nessa fase, a umidade dos grãos ainda é elevada, na faixa de 30%.

O estágio de maturação do cultivo principal por ocasião da colheita afeta a soca (Votong, 1975). As melhores épocas de colheita do cultivo principal para a obtenção de um bom cultivo da soca são quando os seus colmos estão ainda verdes (Saran & Prasad, 1952; Chauhan et al., 1985), antes da cultura completar a fase de maturação (Saran & Prasad, 1952; Balasubramanian et al., 1970) ou na maturação completa, quando as gemas da soca já iniciaram a brotação (Szokolay, 1956).

Atraso na colheita do cultivo principal de 44 para 56 dias após o florescimento reduziu a duração de crescimento da soca (Votong, 1975). A duração de crescimento, a massa, a altura e a porcentagem de



perfilhamento da soca declinaram, quando o corte foi efetuado 10 e 20 dias após a emissão das panículas (Ichii & Kuwada, 1981). Contudo, as características da soca melhoram ligeiramente nos cortes efetuados 30 e 40 dias após a emissão das panículas.

Em outros estudos, a colheita do cultivo principal efetuada aos 30, 35, 40 e 45 dias após o florescimento não afetou significativamente a produtividade da soca (Reddy et al., 1979; Reddy & Mahadevappa, 1988).

Com o intuito de avaliar as relações entre a capacidade da soca de 21 cultivares de arroz e a resistência ao acamamento, Ichii & Hada (1983) efetuaram cortes em cinco estádios de desenvolvimento: na emissão das panículas e aos 10, 20, 30 e 40 dias após. Verificaram que houve interações negativas e significativas entre o índice de acamamento durante o desenvolvimento dos grãos e a porcentagem de perfilhamento e a altura da soca. Os autores sugerem que as características da soca podem ser usadas como indicadoras da resistência das cultivares ao acamamento.

A ocorrência de baixas temperaturas, abaixo de 18°C, prolonga a duração do cultivo principal. Por isso, qualquer atraso na semeadura do cultivo principal atrasará a colheita e também afetará a produção da soca (Krishnamurthy, 1988).

Xiong et al. (1991), estudando os efeitos de diferentes épocas de colheita do cultivo principal (22, 25, 28, 31 e 34 dias após a emissão das panículas), verificaram que o corte realizado na época mais tardia, quando as gemas axilares começam a brotação, resultou em maiores produtividades de grãos em ambos cultivos, principal e soca. O incremento na produtividade da soca foi atribuído ao maior número de panículas produtivas.

Na avaliação dos efeitos das épocas de colheita aos 24, 31, 38 e 45 dias após o florescimento do cultivo principal e das alturas de corte 0, 15, 30 e 45 cm no comportamento da soca dos genótipos de arroz irrigado CNA 3771, de ciclo médio e Javaé, de ciclo curto, em três anos consecutivos, Santos et al. (1999) verificaram que houve interação entre ano e os fatores estudados, devido à ocorrência, mais cedo, no segundo e terceiro anos, de temperaturas do ar abaixo de 17°C, que afetaram as épocas mais tardias de colheita, especialmente nos cortes realizados no nível do solo (Tabela 19.4). Menores alturas de corte das plantas do cultivo principal alongaram o ciclo da soca e, aliadas às épocas tardias de colheita, propiciaram o seu desenvolvimento em condições de ocorrência de temperatura do ar baixa, afetando a produtividade de grãos, especialmente



do genótipo de ciclo médio. Épocas tardias de colheita influenciaram mais a produtividade de grãos da Javaé que a da CNA 3771. Isso evidencia a necessidade de se realizar a colheita do cultivo principal da cultivar precoce o mais cedo possível para se obter maior produtividade de grãos na soca. Quanto ao genótipo de ciclo médio, exceto nos cortes efetuados no nível do solo, apenas na época mais tardia de colheita observou-se redução substancial da produtividade de grãos. Nas épocas mais favoráveis de colheita dos dois genótipos, cortes efetuados a 15 cm, ou acima, propiciaram maiores produtividades de grãos.

Tabela 19.4. Interação entre anos, épocas de colheita e alturas de corte sobre a produtividade de grãos da soca de dois genótipos de arroz irrigado.

Época de Colheita (dia após a floração)	Altura de corte (cm)							
	0		15		30		45	
	Genótipo							
	CNA 3771	Javaé	CNA 3771	Javaé	CNA 3771	Javaé	CNA 3771	Javaé
Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)								
1994/95								
24	2.047	2.602	2.172	2.313	2.268	2.520	2.364	2.487
31	1.990	1.807	1.884	1.739	1.723	1.161	2.012	1.613
38	2.935	2.006	3.056	1.671	2.614	1.479	2.301	1.698
45	1.909	2.053	2.830	1.825	2.413	1.309	2.109	1.490
1995/96								
24	971	1.804	1.998	1.509	2.177	2.010	2.050	1.737
31	489	1.125	1.931	1.386	2.341	1.011	1.888	1.369
38	386	1.291	1.579	1.172	1.974	1.192	2.180	987
45	485	729	1.027	1.252	1.245	903	1.233	1.042
1996/97								
24	2.277	1.410	2.544	2.244	1.946	2.383	1.611	2.152
31	1.020	1.198	2.322	1.704	2.356	1.416	1.713	1.578
38	1.018	1.524	1.971	1.435	1.363	1.079	1.826	1.074
45	98	1.091	1.190	1.104	915	985	1.654	878

Fonte: Adaptada de Santos et al. (1999).

Altura de corte

A altura da resteva determina o número de gemas úteis para o perfilhamento (Chauhan et al., 1985) e a origem dos perfilhos da soca (Vergara et al., 1988). Os efeitos da altura de corte sobre o vigor da soca são variáveis, dependendo da cultivar usada. Algumas cultivares apresentam maior número de perfilhos nos nós superiores, enquanto



que outras nos nós da base, não sendo afetadas pela altura de corte. Os efeitos da altura de corte sobre o comportamento da soca têm sido extensivamente estudados.

Entre as características da planta da soca mais afetadas pela altura de corte, citam-se a produtividade de grãos, o perfilhamento e a duração de crescimento (De Datta & Bernasor, 1988). Contudo, a resposta da produtividade de grãos da soca à altura de corte tem sido inconsistente. Têm sido estudadas alturas de corte do cultivo principal variando de 0 a 50 cm do nível do solo.

Evatt (1958) menciona que o desenvolvimento de novos perfilhos após o corte está diretamente relacionado com as condições ambientais e o manejo da cultura, sendo a altura de corte de importância secundária, visto que os perfilhos são originários de gemas localizadas junto à base de colmo, rente à superfície do solo.

Em poucos trabalhos, não se obtiveram efeitos significativos da altura de corte do cultivo principal sobre a produtividade de grãos da soca, como os de Balasubramanian et al. (1970), Reddy et al. (1979) e Balasubramanian & Ali (1990).

Vários estudos mostraram que cortes rentes ou próximos ao nível do solo tiveram significativamente maiores produtividades em comparação às maiores alturas (Chauhan et al., 1985; Prashar, 1970a, 1970b; Charoendham, 1975). Nas Filipinas, corte ao nível do solo foi indicado para evitar o crescimento de perfilhos improdutivo (Chauhan et al., 1985). Estudos preliminares de Prashar (1970a, 1970b), na Etiópia, mostraram que a altura de corte do cultivo principal afetou o período de maturação e a produtividade de grãos na soca. Esta foi significativamente maior quando o cultivo principal foi cortado ao nível do solo que a 4, 8 e 12 cm de altura, mas o período de maturação foi menor com cortes mais altos. O aumento da altura de corte de 2 para 12 cm decresceu a produtividade de grãos, mas não afetou a produção de matéria seca total (Charoendham, 1975). Essa redução foi mais pronunciada quando o cultivo principal recebeu maiores doses de N.

Entretanto, a maioria dos trabalhos demonstrou que a produtividade da soca aumentou com maiores alturas de corte (Saran & Prasad, 1952; Evatt & Beachell, 1960; Cheaney & Neira, 1972; Bahar & De Datta, 1977; Ramos & Dittrich, 1981; Andrade et al., 1987). A cultivar CH10 produziu melhor quando cortada a 15 cm do que ao nível do solo, a 35 cm ou na panícula (Saran & Prasad, 1952). Estudando, no CIAT, os efeitos das alturas de corte, Cheaney & Neira (1972) verificaram maiores



produtividades quando a planta de arroz foi cortada a 15 cm que a 1 cm, e a colheita da soca foi antecipada em seis dias no corte mais alto. Bahar & De Datta (1977) e Ramos & Dittrich (1981) encontraram consistentemente melhores produtividades na soca em cortes a 15 e a 20 cm do que ao nível do solo ou a 5 cm. Palchamy & Soundrapandian (1988) citam que vários trabalhos desenvolvidos na Índia, para avaliar a influência da altura de corte no comportamento da soca de oito cultivares, mostraram que, em média, maiores produtividades foram obtidas com corte a 20 cm, em comparação aos efetuados desde rente à superfície do solo até 30 cm de altura, em intervalos de 5 e 10 cm.

Com as cultivares IR 841 e P 899, as maiores respostas obtidas por Andrade et al. (1987) foram com as alturas de corte de 20 a 30 cm. Resultado similar foi obtido por Jones (1993) quando comparou as alturas de 10 até 50 cm do solo, com intervalados de 10 cm. Andrade et al. (1988), avaliando o potencial da soca de dez genótipos de arroz, em Campos, no Estado do Rio de Janeiro, constataram que o corte a 10 cm mostrou-se prejudicial à brotação e que os melhores resultados ocorreram quando as plantas foram cortadas a 30 cm de altura, com produtividade média de 30% do cultivo principal. Os autores verificaram também que a altura de corte não influenciou a qualidade industrial dos grãos. Por sua vez, Sun et al. (1988) e Zhang (1991) mencionam que a altura de corte adequada situa-se entre 30 e 40 cm. Na China, a cultivar Zhe-8619 foi submetida à alturas de corte de 15, 25, 30 e 40 cm para avaliação do seu potencial na soca (Jin et al., 1991). As produtividades foram de 3,9, 4,1, 4,3 e 4,0 t ha⁻¹, respectivamente, e o ciclo foi reduzido, com o aumento da altura de corte.

Quando a altura de corte do cultivo principal variou de 23 para 43 cm, a soca formou mais panículas, a maturação foi mais rápida, teve a maior fertilidade de espiguetas e produtividade, cujo aumento foi de 48% (Sun et al., 1988).

As melhores respostas da produtividade de grãos na soca com aumento da altura de corte são atribuídas à potencialidade de brotação nos nós superiores. Normalmente, as lavouras de arroz são cortadas a uma altura de 45 a 60 cm. Cortes menores que a altura necessária para remover os grãos do cultivo principal podem não apresentar vantagens, pois a colhedora recolhe mais palha, causando atraso na colheita, e aumenta a perda de grãos que são deixados no campo. Ceifar ou roçar a resteva após a colheita propicia maturação mais uniforme e, em alguns casos, pode melhorar a qualidade industrial do grão (Bollich & Turner, 1988). Entretanto, essa prática atrasa o cultivo da soca, podendo resultar



em uma época de crescimento desfavorável e, conseqüentemente, perda na produtividade.

A grande maioria dos trabalhos tem mostrado que cortes mais altos reduzem o ciclo da soca, exceto o estudo de Bahar & De Datta (1977), no qual a maior altura de corte aumentou a duração do ciclo. Além de afetar a produtividade, diferentes alturas de corte causam diferenças significativas na massa média de grãos, no número de panículas por m², na duração do ciclo da soca e falha na brotação (Samson, 1980).

A maioria dos estudos mostra que as maiores respostas foram obtidas com alturas de corte de 20 a 30 cm. Em condições de lavoura, os colmos cortados muito rentes podem permanecer submersos por longo período, especialmente nas áreas com nivelamento imperfeito, causando o seu apodrecimento e impossibilitando a sua brotação (Andrade et al. 1987; Santos, 1987). A operação de colheita manual é facilitada quando o corte é realizado mais alto.

Equipamento de colheita

Santos & Prabhu (2001, 2003) verificaram que a colheita do cultivo principal realizada com colhedoras equipadas com picador de palha propicia, na soca, maior produtividade de grãos e rendimento de grãos inteiros que a sem picador.

O sistema de colheita influencia substancialmente o comportamento da soca, tanto no que se refere à produtividade quanto à qualidade do produto colhido, pois a leira de palha que se forma sobre os colmos remanescentes do cultivo principal dificulta o crescimento dos perfilhos e favorece a ocorrência de doenças. Com isso, o uso do picador de palha é fundamental.

MANEJO DA SOCA

Práticas culturais que promovam uma rápida e uniforme brotação são especialmente importantes. Dentre as empregadas no cultivo da soca, que afetam o comportamento da planta de arroz, destacam-se a fertilização nitrogenada, o manejo de água e os tratos fitossanitários.

Fertilização nitrogenada

Dentre os nutrientes, o N é o elemento que maior resposta tem proporcionado à soca de arroz. Quantidades adequadas de P e de K aplicadas no cultivo principal têm propiciado aumento significativo na



produtividade da soca, mostrando, com isso, que ainda se encontram disponíveis para o crescimento e desenvolvimento da mesma. Entretanto, os efeitos do P e do K no comportamento da soca foram avaliados em um número reduzido de trabalhos, não estando, portanto, suficientemente esclarecidos.

Inúmeros estudos demonstram que a aplicação de N aumenta a produtividade da soca (Evatt, 1958; Cheaney & Neira, 1972; Balasubramanian et al., 1970; Charoendham, 1975; Bahar & De Datta, 1977; Reddy et al., 1979; Samson, 1980; Mengel & Wilson, 1981; Quddus, 1981; Chauhan et al., 1985; Santos & Gadini, 1986; Santos & Stone, 1987; Turner & McIlrath, 1988; Santos, 2001) e que as cultivares diferem em sua resposta. De modo geral, as cultivares com maior capacidade produtiva na soca são mais responsivas ao fertilizante.

A maioria dos trabalhos mostra que a melhor época de aplicação do N na soca é, no máximo, aos 15 dias após a colheita do cultivo principal, pois, assim, obtém-se uma brotação mais rápida e perfilhos mais saudáveis, o que incrementa a produtividade de grãos (Srinivasan & Purushothaman, 1989). O fertilizante nitrogenado aplicado imediatamente após o corte do cultivo principal teve maior influência na produtividade da soca do que quando aplicado antes da colheita do cultivo principal. A disponibilidade desse elemento imediatamente após a remoção da parte aérea das plantas do cultivo principal é importante na utilização das reservas de carboidratos acumuladas na base do colmo e no crescimento da soca (Turner & McIlrath, 1988). O fertilizante aplicado na soca deve ser colocado próximo às fileiras da resteva para rápida absorção e crescimento (Chauhan et al., 1985). O método de aplicação não afetou significativamente o número de falhas no perfilhamento da soca (Samson, 1980). A colocação do N em profundidade apresentou significativamente maior produtividade na soca do que a aplicação a lanço. A maior produtividade de grãos foi associada com plantas da soca mais vigorosas, mais panículas por planta e mais grãos por panícula. Maiores doses de N também aumentaram o vigor da planta, mas, no mesmo nível, houve menos plantas vigorosas com a aplicação a lanço que com a colocação em profundidade (Quddus, 1981).

A resposta da soca ao N depende da dose. Palchamy & Soundrapandian (1988) não observaram comportamento consistente dos diferentes genótipos nos mesmos níveis de N em anos e locais distintos. Evatt & Beachell (1960) e Evatt (1966), em seus estudos sobre requerimento de fertilizante na soca, verificaram que a produtividade foi maior no nível de N correspondente a 75% daquele



aplicado no cultivo principal. Ganguli & Ralwani (1954) obtiveram pequena diferença na produtividade da soca entre as aplicações de 22 e 44 kg ha⁻¹ de N, mas na testemunha sem N foi registrada uma redução de 25%. Resultados semelhantes foram observados por Cheaney & Neira (1972).

Com 50 kg ha⁻¹ de N, a produtividade de grãos da soca dobrou, em comparação à testemunha não fertilizada (Charoendham, 1975; Prakash & Prakash, 1987). Setty et al. (1993) também verificaram aumentos da produtividade de grãos da soca até essa dose.

Nos estudos de Bahar & De Datta (1977), as doses de 60 e 80 kg ha⁻¹ de N, aplicados após a colheita do cultivo principal, aumentaram as produtividades de grãos da soca em 50%, em comparação à ausência desse nutriente, e não diferiram significativamente entre si. Mengel & Wilson (1981) obtiveram resposta linear na produtividade até 90 kg ha⁻¹ de N. Produções máximas foram registradas por Palchamy & Soundrapandian (1988) e por Turner & McIlrath (1988) com aplicações de 112 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. A produção de matéria seca de palha e de grãos e a produtividade diária na soca foram significativamente maiores na dose de 125 kg ha⁻¹ de N do que com 75 kg ha⁻¹, nos estudos de Balasubramanian & Ali (1990), na Índia.

Estudos desenvolvidos por Santos & Stone (1987) e Santos (1987) na Embrapa Arroz e Feijão, em Goianira, GO, no ano agrícola 1984/85, demonstraram que as cultivares IR 841 e BR Irga 409 aumentaram a produtividade de grãos em 373 e 507 kg ha⁻¹, respectivamente, quando se aplicaram 60 kg ha⁻¹ de N, imediatamente após a colheita do cultivo principal, enquanto as cultivares Cica 8 e Metica 1 não responderam ao fertilizante. No ano seguinte, os genótipos Cica 8, CNA 3771, RJ 010 e CNA 3879 foram avaliados com relação às aplicações de 0, 30 e 60 kg ha⁻¹ de N, após o corte do cultivo principal. Embora não tenha havido diferença significativa na produtividade de grãos entre as doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ de N, foram observados acréscimos ao redor de 500 kg ha⁻¹, em comparação à testemunha. Os índices de infecção nos grãos, causados principalmente por *Drechslera oryzae*, aumentaram com as doses de N, porém não diferiram significativamente.

Com o objetivo de determinar a resposta da soca da linhagem CNA 8502 de arroz irrigado ao N aplicado em épocas distintas, Santos (2001) avaliou quatro doses de N (0; 30; 60 e 90 kg ha⁻¹) e três épocas de aplicação: (1 – todo N logo após o corte das plantas; 2 - todo N aos 25



dias após o corte – DAC; 3 - ½ logo após o corte e ½ 25 DAC). Na época 1, as doses de N tiveram efeito quadrático sobre a produtividade de grãos, sendo o valor máximo 3.518 kg ha⁻¹ estimado com 56 kg ha⁻¹ de N.

Manejo de água

Ainda que apenas cerca de 60 % da água normalmente exigida pelo cultivo principal seja requerida, a água é essencial para o sucesso da soca. Pesquisas conduzidas em diversas regiões do mundo indicam que a produtividade de grãos da soca é influenciada pelo manejo de água e técnicas de colheita do cultivo principal (Chauhan et al., 1985).

O manejo da água, antes e após a colheita do cultivo principal, afeta a capacidade produtiva da soca (Prashar, 1970a, 1970b; Votong, 1975; Bahar & De Datta, 1977; Nadal & Carangal, 1979). Contudo, a disponibilidade de água, *per se*, não garante êxito na soca e a época de inundação é igualmente importante. Alguns pesquisadores têm sugerido que o campo seja drenado, mas mantido úmido por duas semanas ou por, no mínimo, dez dias após a colheita do cultivo principal para promover a brotação. Outros sugerem que a inundação seja feita assim que os perfilhos da soca atingirem 10 a 15 cm de altura. A inundação feita imediatamente após a colheita pode causar apodrecimento dos colmos, impedindo a brotação. É essencial que a irrigação seja efetuada imediatamente após a aplicação de fertilizante.

Os efeitos das épocas de drenagem do cultivo principal e de reinício da irrigação na soca sobre a produtividade de grãos foram avaliados por Votong (1975). Quanto mais cedo a drenagem do cultivo principal foi realizada, maiores foram as produtividades de grãos e de matéria seca de ambos os cultivos, principal e soca, o que foi refletido pelo aumento do número de panículas por m² e decréscimo das porcentagens de perfilhos inviáveis e de esterilidade de espiguetas. O aumento do período entre a colheita e o reinício da irrigação teve efeito pouco consistente na produtividade da soca.

Há interação entre época de reinício da inundação e altura de corte. Quando os colmos do cultivo principal foram cortados ao nível do solo, atraso na irrigação de zero para até 16 dias propiciou maior produtividade da soca (Bahar & De Datta, 1977). Com essa altura de corte, houve maior falha no perfilhamento e redução no número de perfilhos viáveis. A porcentagem de falhas foi maior quanto mais próximo da colheita se fez a irrigação. Contudo, quando o corte foi feito a 15 cm



de altura, o tempo de reinício da irrigação não afetou o número de perfilhos e a produtividade de grãos da soca. A irrigação tardia pode resultar em severa competição entre as plantas daninhas e a soca.

Mengel & Wilson (1981) verificaram que a aplicação de 90 kg ha^{-1} de N e o reinício da inundação da soca imediatamente após a colheita do cultivo principal resultaram em 68% maior produtividade de grãos da soca do que a inundação tardia, com banhos periódicos, até que os perfilhos da soca atingissem 10 a 15 cm de altura. A inundação mais cedo promoveu o crescimento mais rápido e uniforme dos perfilhos do que a inundação tardia e, em consequência, as plantas da soca apresentaram maior altura e produtividade de grãos. A época de inundação da soca está intimamente associada com a fertilização nitrogenada e a eficiência de uso desse elemento.

Chauhan et al. (1985) mencionam que a combinação apropriada de altura de corte e época de reinício da irrigação deve ser considerada para se ter uma soca produtiva.

O baixo requerimento de água e a maior eficiência de seu uso são relatados como as principais vantagens do cultivo da soca (Prashar, 1970a, 1970b; Santos & Stone, 1987). Em Goianira, GO, Santos & Stone (1987) verificaram que o uso de banhos periódicos durante o desenvolvimento da soca proporcionou uma redução no consumo de água de $1 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, em comparação ao emprego de lâmina contínua, sem afetar a produtividade. Isso apresenta maior importância nas regiões onde a água de irrigação é bombeada, e tem grande participação no custo de produção do arroz.

Com o objetivo de determinar os efeitos dos períodos de drenagem aos 0, 5, 15, 25, 35 e 45 dias a partir da maturação do cultivo principal, sobre a produtividade da soca, Coale & Jones (1994) obtiveram resposta quadrática, sendo a produtividade máxima estimada com 28 dias. Os autores sugeriram que essa resposta resultou dos efeitos combinados do aumento do estresse hídrico e da disponibilidade de N mineral com o aumento do período de drenagem, expressando alterações no número e na massa de grãos. Para períodos de drenagem inferiores a 28 dias, o efeito benéfico do aumento da disponibilidade do N, resultante da oxidação da matéria orgânica, resultou em menores incrementos na produtividade da soca. Para períodos de drenagem maiores que 28 dias, o impacto detrimental do estresse hídrico prolongado dominou a resposta ao período de reinício da irrigação e à produtividade da soca declinou.



Uma preocupação na colheita do cultivo principal é que o solo esteja seco, de maneira que a colhedora não provoque sulcos no solo e destrua os colmos. Colmos danificados não se recuperam, ou recuperam-se tardiamente, resultando em inferior qualidade industrial de grãos (Bollich & Turner, 1988). Durante a colheita do cultivo principal, embora o solo deva estar seco o suficiente para suportar as máquinas pesadas, se for drenado antes de três semanas após o início da emissão das panículas, pode secar demais, a ponto de suprimir o perfilhamento da soca.

Em várzeas tropicais, Santos et al. (2002b) verificaram que o melhor desempenho da soca é obtido quando a inundação é iniciada nove dias após a colheita do cultivo principal, proporcionando uma economia de água de 14%. Dessa forma, a soca tem potencial para aumentar a produtividade onde o cultivo intensivo de arroz é limitado pela falta de água para irrigação.

Tratos fitossanitários

Excepcionalmente, a aplicação de fungicidas pode ser necessária para a obtenção de maior produtividade e melhoria da qualidade dos grãos da soca, dependendo da ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de doenças. Com o uso de fungicidas obtém-se menor porcentagem de manchas-nos-grãos, causadas especialmente pelo fungo *Dreschlera oryzae*, o que resulta em maior rendimento de grãos inteiros (Santos & Prabhu, 2001, 2003).

A soca, apesar de ser uma das garantias de sobrevivência da praga conhecida como “bicheira da raiz do arroz” na entressafra, aparentemente não se apresenta favorável ao desenvolvimento de populações daninhas de *Oryzophagus oryzae*. Portanto, a necessidade de se fazer o seu controle durante o cultivo da soca mostra-se bastante remota (Santos et al., 2002b).

REFERÊNCIAS

ALFONSO-MOREL, D.; ALTHOFF, D. A.; DITTRICH, R. C. Densidade de semeadura do arroz irrigado e seu efeito na produção da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997a. p. 169-172.

ALFONSO-MOREL, D.; ALTHOFF, D. A.; DITTRICH, R. C. Soca de arroz irrigado: adubação e épocas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997b. p. 173-176.



- ANDRADE, A. X. A produção de arroz e a influência dos fatores climáticos. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 44, n. 397, p. 3-4, jul./ago. 1991.
- ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B. Efeito de cultivares e alturas de corte na colheita do arroz sobre a produção e qualidade do grão no cultivo da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 168-175.
- ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B.; PEREIRA, R. P.; RIVERO, P. R. Y.; SILVA, V. R. da. Rendimento da soca em função da altura de corte na colheita do arroz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. p. 115. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 19).
- ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; OLIVEIRA, A. B. de; FERNANDES, G. M. B. Utilization of rice ratooning by farmers in Rio de Janeiro State, Brazil. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 55-60.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; CRUSCIOL, C. A. C.; BUZZETTI, S. Influência da época de semeadura no comportamento da soca de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão, na região de Selvíria, MS. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1998. v. 1, p. 37-39. (EMBRAPA - CNPAF. Documentos 85).
- BAHAR, F. A.; DE DATTA, S. K. Prospects of increasing tropical rice production through ratooning. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p. 536-540, July/Aug. 1977.
- BALASUBRAMANIAN, R.; ALI, A. M. Effect on variety, nitrogen, and stubble height on ratoon rice yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 6, p. 7, Dec. 1990.
- BALASUBRAMANIAN, B.; MORACHAN, Y. B.; KALIAPPA, R. Studies on ratooning in rice. I. Growth attributes and yield. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 57, n. 11, p. 565-570, 1970.
- BOLLICH, C. N.; TURNER, F. T. Commercial ratoon rice production in Texas, USA. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 257-263.
- CHANG, J. H. A climatological analysis of yield difference between the first and second rice crop in Taiwan. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 113-120, Dec. 1985.
- CHAROENDHAM, P. **Effect of nitrogen level and cutting height on the ratoon yield of RD1 and RD5 rice**. 1975. 100 f. Thesis (Mestrado) – Faculty of Agriculture, University of Sydney, Sydney.
- CHAUHAN, J. S.; VERGARA, B. S.; LOPES, F. S. S. **Rice ratooning**. Los Baños: IRRI, 1985. 19 p. (IRRI Research Paper Series, 102).
- CHEANEY, R. L.; NEIRA, PS. Plantio na soca da variedade CICA 4. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 25, n. 268, p. 51-52, jul./ago. 1972.
- COALE, F. J.; JONES, D. B. Reflood timing for ratoon rice grown on Everglades Histosols. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 3, p. 478-482, My/June 1994.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Balneário Camboriú: EPAGRI, 2003. 126 p.



- COSTA, E. G. de C.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. Características agronômicas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, p. 15-24, 2000a. Edição Especial.
- COSTA, E. G. de C.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. Crescimento da cultura principal e da soca de genótipos de arroz irrigado por inundação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 10, p. 1949-1958, Out. 2000b.
- CUEVAS-PÉREZ, F. **Inheritance and associations of six agronomic traits and stem-base carbohydrate concentrations on ratooning ability in rice (*Oryza sativa* L.)**. 1980. 102 p. Thesis (Doutorado) – Oregon State University, Oregon.
- CUEVAS-PÉREZ, F. Rice ratooning in the Dominican Republic. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 61-67.
- DARIO, G. J. A. **Desenvolvimento das plantas e viabilidade das soqueiras de três cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em diferentes épocas de semeadura**. 1993. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DARIO, G. J. A. Viabilidade do cultivo de soqueiras de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 159-160.
- DAS, G. R.; AHMED, T. The performance of semidwarf varieties on ratoon crop after summer harvest. **Oryza**, Cuttack, v. 19, n. 3/4, p. 159-161, 1982.
- DE DATTA, S. K.; BERNASOR, P. C. Agronomic principles and practices of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 163-176.
- EVANS, L. J. C. Ratoon rice. **World Crops**, London, v. 9, n. 6, p. 227-228, 1957.
- EVATT, N. S. High annual yields of rice in Texas through ratoon or double-cropping. **The Rice Journal**, New Orleans, v. 69, n. 12, p. 10-12, 32, 1966.
- EVATT, N. S. Stubble rice productions tests. **The Rice Journal**, New Orleans, v. 61, n. 6, p. 18-19, 1958.
- EVATT, N. S.; BEACHELL, H. M. Ratoon cropping of short season rice varieties in Texas. **International Rice Commission Newsletter**, Roma, v. 9, n. 3, p. 1-4, 1960.
- FAGERIA, N. K. **Adução e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Campus; Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 341 p.
- FAGERIA, N. K. **Maximizing Crop Yields**. New York: Marcel Dekker, 1992. 274 p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Improving nutrient use efficiency of annual crops in Brazilian acid soils for sustainable crop production. **Communications Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 7/8, p. 1303-1319, 2001.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Yield and yield components of lowland rice as influenced by timing of nitrogen fertilization. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 22, n. 1, p. 23-32, 1999.
- FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. **Efficient crop production**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 547 p.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; BALIGAR, V. C. Phosphorus soil test calibration for lowland rice on an Inceptisol. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 5, p. 737-742, Sept./Oct. 1997.



FARIA, E. A.; SOARES, P. C. Produção da soca de arroz irrigado em Minas Gerais: situação atual e perspectivas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 114, p. 51-55, jun. 1984.

FLINN, J. C.; MERCADO, M. D. Economic perspectives of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 17-29.

GANGULI, B. D.; RALWANI, L. L. Possibilities of growing ratoon crop of paddy and increasing its yield under irrigated conditions. **Science and Culture**, Calcutta, v. 19, n. 7, p. 350-351, 1954.

GARCIA, R. N. **The effects of growth duration and different levels of high intensity on the ratooning ability of rice**. 1981. 45 f. Thesis (Bacharelado) - University of the Philippines, Los Baños.

HOSSAIN, M. M.; FAROOQ, A. K. M. Ratooning in Bangladesh: prospects and potentials. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 143-149.

ICHII, M. Some factors influencing the growth of rice ratoon. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 41-46.

ICHII, M.; HADA, K. Application of ratoon to a test of agronomic characters in rice breeding. II. The relation between ratoon ability and lodging resistance. **Japanese Journal Breeding**, Tokyo, v. 33, n. 3, p. 251-258, 1983.

ICHII, M.; KUWADA, H. Application of ratoon to a test of agronomic characters in rice breeding. I. Variation in ratoon ability and its relation to agronomic characters of mother plant. **Japanese Journal Breeding**, Tokyo, v. 31, n. 3, p. 273-278, 1981.

ICHII, M.; SUMI, Y. Effect of food reserves on the ratoon growth of rice plant. **Japanese Journal Crop Science**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 15-21, 1983.

JIN, Q.; QIU, B.; LU, R. Zhe 8619, a promising rice with high yields and high ratooning ability in China. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 6, p. 15, Dec. 1991.

JONES, D. B. Rice ratoon response to main crop harvest cutting height. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 6, p. 1139-1142, Nov./Dec. 1993.

JONES, D. B.; SNYDER, G. H. Seeding rate and row spacing effects on yield and yield components of ratoon rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 4, p. 627-629, July/Aug. 1987.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of trees**. New York: McGraw-Hill, 1960. 642 p.

KRISHNAMURTHY, K. Rice ratooning as an alternative to double cropping in tropical Asia. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 3-15.

LOBATO, E. J. V.; SILVA, S. C. da. **Parâmetros meteorológicos, fenologia e produtividade do arroz de sequeiro sob condições de cerrado**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 11 p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 30).

MACKILL, D. J.; LEI, X. Genetic variation for traits to temperat adaptation of rice cultivars. **Crop Science**, Madson, v. 37, n. 4, p. 1340-1346, July/Aug. 1997.

MAHADEVAPPA, M. Rice ratooning practices in India. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 69-78.



MAHADEVAPPA, M.; YOGESHHA, H. S. Rice ratooning: breeding, agronomic practices, and seed production potentials. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 177-185.

MARTINS, A. A. E.; GHEYI, H. R.; FAGERIA, N. K. Efeito da temperatura no crescimento, componentes da produção e rendimento do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 42-46, jan./abr. 1981.

MENGEL, D. B.; WILSON, F. E. Water management and nitrogen fertilization of ratoon crop rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 6, p. 1008-1010, Nov./Dec. 1981.

MORAIS, O. P. de; ANTUNES, F.Z.; SOARES, P. C. Exigências climáticas da cultura do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 55, p. 16-19, jul. 1979.

MOTA, F. S. da. Influência da radiação solar e do “frio” no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 47, n. 413, p. 22-23, mar./abr. 1995.

NADAL, A. M.; CARANGAL, V. R. Performance of the main and ratoon crops of thirteen advanced rice selections under dry-seeded rainfed bunded conditions. **Philippines Journal Crop Science**, Manila, v. 4, n. 2/3, p. 95-101, 1979.

NAGARAJA, A.; MAHADEVAPPA, M. Quality of main and ratoon crop seeds of rice. **Oryza**, Cuttack, v. 23, n. 2, p. 118-122, 1986.

OLIVEIRA, A. B. de; AMORIM NETO, S. **Produção da soca de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura, nas condições do Norte-Fluminense**. Campos: PESAGRO-RIO, 1979. 3 p. (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico, 31).

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 223-224, set. 1963. Ref. I-29. Edição de Resumos da XV Reunião Anual da SBPC, Campinas, SP, jul. 1963.

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 24, p. 45-55, 1967.

PALCHAMY, A.; SOUNDRAPANDIAN, G. Status of and potential for rice ratoon cropping in Tamil Nadu. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 111-117.

PEDROSO, B. A.; SOUZA, P. R. Cultivo de soca de oito variedades de arroz, em duas densidades. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DE ARROZ, 4., 1974, Pelotas. **Anais...** Pelotas: IPEAS, 1974. p. 48-50.

PLUCKNETT, D. L.; EVERSON, J. P.; SANFORD, W. G. Ratoon cropping. **Advances in Agronomy**, New York, v. 22, p. 285-330, 1970.

PRAKASH, K. S.; PRAKASH, B. G. Effect of nitrogen source and insect control on growth of a ratoon crop. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 12, n. 3, p. 41-42, June 1987.

PRAKASH, K. S.; PRAKASH, B. G. Screening rice genotypes for ratooning ability in the Tungabhadra River Project of Karnataka. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 265-269.

PRASHAR, C. R. K. Paddy ratoons. **World Crops**, London, v. 22, n. 3, p. 145-147, 1970a.



PRASHAR, C. R. K. Some factors governing rice ratoon yield. **Plant and Soil**, The Hague, v. 32, n. 2, p. 540-541, Apr. 1970b.

PREVISÃO e acompanhamento da safra 2002/2003: quinto levantamento junho/2003. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/safra20022003Lev05.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2003.

QUDDUS, M. A. **Effect of several growth regulators, shading and cultural management practices on rice ratooning**. 1981. 100 f. Thesis (Mestrado). University of the Philippines, Los Baños.

QUDDUS, M. A.; PENDLETON, J. W. Effect of deep placement off nitrogen fertilizer on ratoon rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 8, n. 4, p. 22-23, Aug. 1983.

RAMOS, M. G. Cultivo intensivo de arroz irrigado em algumas regiões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 6, p. 883-888, jun. 1982.

RAMOS, M. G.; DITTRICH, R. C. Efeito da altura de corte na colheita do arroz sobre o rendimento do cultivo da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 11., 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UEPAE de Pelotas, 1981. p. 137-140.

REDDY, T. G.; MAHADEVAPPA, M. Rice ratoon crop management in the hilly region of Karnataka. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 87-95.

REDDY, T. G.; MAHADEVAPPA, M.; KULKARNI, N. R. Rice ratoon crop management in hilly regions of Karnataka, India. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 4, n. 6, p. 22-23, 1979.

ROSAMMA, C. A.; KARUNAKARAN, K.; CHANDRIKA, P.; NAIR, N. R. Weight and germination of main and ratoon crop seeds. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 13, n. 4, p. 4, Aug. 1988.

SAMSON, B. T. **Rice ratooning**: effects of varietal type and same cultural management practices. 1980. 116 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

SANTOS, A. B. de. Aproveitamento da soca. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 463-492.

SANTOS, A. B. dos. **Cultivo da soca de arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 40).

SANTOS, A. B. dos. **Fatores que afetam a produtividade da soca de arroz irrigado**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura, 1987. 35 p.

SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento da soca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. p. 75. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 19).

SANTOS, A. B. dos; GADINI, F. Aproveitamento da soca de arroz irrigado. **Agricultura Irrigada**, Brasília, DF, v. 5, n. 49, p. 3-4, abr. 1986.

SANTOS, A. B. dos; LOBATO, E. J. V. Exigências bioclimáticas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina**: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. p. 132. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 62).



SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Efeitos de sistemas de colheita e de aplicação de fungicidas no comportamento da soca do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 572-576, set./dez. 2003.

SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Sistema de colheita e fungicida na produtividade e na qualidade de grãos da soca de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 266-268.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F. Influência da fertilização nitrogenada e do manejo de água no aproveitamento da soca de arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia, GO. **Resumos...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. p. 105. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 19).

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K.; PRABHU, A. S. Rice ratooning management practices for higher yields. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 34, n. 5/6, p. 881-918, May/June 2003.

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; FAGERIA, N. K.; BARRIGOSI, J. A. F.; FREITAS, V. M. de. Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002a. p. 565-568. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; RAMOS, C. G. Manejo de água no comportamento da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 10, p. 1413-1420, Out. 2002b.

SANTOS, A. L. C. dos; BARROS, L. C. G.; LIMA, A. P. de. Cultivo da soca de arroz irrigado: uma alternativa para aumento da rentabilidade da rizicultura do Baixo São Francisco. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002c. p. 331-332. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P.; SANTOS, C.; RAMOS, C. G. Influência de época de colheita e de altura de corte no aproveitamento da soca de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 23, 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 280-281.

SANTOS, A. B. dos; SANTOS, C.; RAMOS, C. G. Avaliação de genótipos de arroz irrigado para o aproveitamento da soca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**: resumos expandidos. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1998. p. 147-149. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 85).

SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A.; CASTRO, E. da M. de. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento da soca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 6, p. 673-675, jun. 1986.

SARAN, A. B.; PRASAD, M. Ratooning in paddy. **Current Science**, Bangalore, v. 21, n. 8, p. 223-224, 1952.

SCHIOCCHET, M. A. Efeito de época de semeadura na produção de grãos da soca do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 172-174.



- SETTY, T. K. P.; PARAMESHWAR, N. S.; MAHADEVAPPA, M. Response of Mukthi (CTH1) ratoon to nutrition in coastal Karnataka, India. **International Rice Research Notes**, Manila, v. 18, n. 1, p. 42-43, Mar. 1993.
- SHAHI, B. B.; RAHARINIRIAN, J. Potential of rice ratooning in Madagascar. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 129-134.
- SOUZA, A. Análise agroclimática de três cultivares de arroz para Dourados-MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., 1993, Porto Alegre. **Resumos...** Santa Maria: SBA, 1993. p. 176.
- SOUZA, A.; COSTA, J. M. N. da. Temperatura base para cálculo de graus-dias para cultivares de arroz no triângulo mineiro. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 45, n. 400, p. 24-25, jan./fev. 1992.
- SRINIVASAN, K.; PURUSHOTHAMAN, S. Effect of N application timing on ratoon rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 14, n. 6, p. 16, Dec. 1989.
- SRINIVASAN, K.; PURUSHOTHAMAN, S. Effect of plant spacing on ratoon rice performance. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 4, p. 21, Aug. 1990.
- SUN, X.; ZHANG, J.; LIANG, Y. Ratooning with rice hybrids. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 155-161.
- SZOKOLAY, G. Ratooning of rice in the Swaziland irrigation scheme. **World Crops**, London, v. 8, n. 2, p. 71-73, 1956.
- TERRES, A. L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 83-94.
- THOMPSON, L. M. Weather variability, climatic change and grain production. **Science**, Washington, v. 188, n. 4188, p. 535-541, May 1975.
- TURNER, F. T.; McLLRATH, W. O. N fertilizer management for maximum ratoon crop yields. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 187-194.
- UCHOA, B. F.; BRANDÃO, R. C. **Estudo preliminar da soca em genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) nas condições do submédio São Francisco**. Recife: IPA, 1991. 3 p. (IPA. Comunicado Técnico, 42).
- VENKATESWARLU, B. Vulnerability of rice to climate. In: IRRI. **Climate and food security**. Los Baños, 1989. p. 115-121.
- VERGARA, B. S.; LOPEZ, F.S.S.; CHAUHAN, J.S. Morphology and physiology of ratoon rice. In: IRRI (Los Baños, Philippines). **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p.31-40.
- VOTONG, V. **The effect of time of drainage and time of rewatering on the yield of ratoon rice**. 1975. 98 f. Thesis (Mestrado). - University of Sydney, Sydney.
- WEBB, B. D.; BOLLICH, C. N.; SCOTT, J. E. **Comparative quality characteristics of rice from first and ratoon crops**. [S.l.]: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. 12 p. (Progress Report, 3324).
- WELLS, B. R.; FAW, W. F. Short-statured rice response to seeding and N rates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 3, p. 477-480, May/June 1978.



XIONG, H.; FANG, W.; TAN, Z. B. Effects of number of axillary buds and main crop cutting time on ratoon crop yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 1, p. 19, Feb. 1991.

XIONG, H.; FANG, W.; YU, J. Ecological conditions for auxiliary bud sprouting of ratooning rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 1, p. 26, Feb. 1990.

XU, X. B.; ZHANG, J. G.; JIANG, J. X. Ratooning in China. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 79-85.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

ZHANG, J. G. Hybrid rice ratoon exploited in Sichuan, China. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 5, p. 27-28, Oct. 1991.

ZITONG, G. Acid rice growing soils of tropical and subtropical China. In: DETURCK P.; PONNAMPERUMA F. N. (Ed.). **Rice production on acid soils of the tropics**. Kandy: Institute of Fundamental Studies, 1991. p. 9-15.

